

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

FILOZOFICKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2010

PETRA SEDLÁČKOVÁ

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

FILOZOFICKÁ FAKULTA
FONETICKÝ ÚSTAV

DIPLOMOVÁ PRÁCE

PETRA SEDLÁČKOVÁ

Srovnání vybraných spektrálních a temporálních vlastností
německých frikativ [x] a [ç] a české frikativy [x] a jejich
odezva v percepci

Comparison of some spectral and temporal characteristics of
german fricatives [x] and [ç] and czech fricative [x] and their
reflection in perception.

Praha 2010

vedoucí práce: PhDr. Pavel Machač, Ph.D.

Velmi ráda bych na tomto místě poděkovala a vyslovila uznání všem, kteří mi pomáhali při vzniku této práce. Především PhDr. Pavlu Macháčovi, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce za trpělivé vedení a mnoho praktických rad. Dále Mgr. Radku Skarnitzlovi, Ph.D., který mi vždy ochotně poskytl potřebné informace a pomohl mi při přípravě a vyhodnocení poslechového testu.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

V Praze dne 11. dubna 2010

.....

Abstrakt:

Cílem této práce je prozkoumat vybrané akustické vlastnosti německých frikativ [x] a [ç] a české frikativy [x]. Uvedené hlásky budeme popisovat a porovnávat jednak na základě spektrálních vlastností jejich šumu, vyjádřených hodnotami tzv. spektrálních momentů (viz kap. 3), jednak na základě vlastností temporálních. Předpokládáme, že se ve spektrálním složení velárních frikativ projeví vliv koartikulace po předchozím vokálu. Dále se domníváme se, že případné rozdíly v hodnotách spektrálních momentů, které lze do jisté míry považovat za akustický korelát místa artikulace, mohou ukazovat na poněkud odlišné místo artikulace velárních frikativ v češtině a němčině. Pomocí percepčního se pokusíme ověřit případnou souvislost přijatelnosti německého Ich-Lautu v mluvě českých studentů němčiny s hodnotami spektrálního těžiště.

Hodnoty spektrálních momentů spolu s výsledky percepčního testu mohou být užitečné ve výuce pro zkvalitňování německé výslovnosti daných hlásek a v praxi pak ke zvyšování přijatelnosti samotného mluvčího v cizojazyčné komunikaci.

Klíčová slova: palatální a velární frikativa, čeština, němčina, spektrální momenty, trvání, výslovnost, percepční hodnocení.

Abstract:

The aim of this diploma thesis is to analyze some of the acoustic characteristics of German fricatives [x] and [ç] and Czech fricative [x]. These sounds will be described and compared partly on the basis of spectral qualities of their noise, expressed by the so-called spectral moments (see chap. 3), and partly on the basis of their temporal characteristics. We assume to find a co-articulatory influence of the preceding vowel on the spectral characteristics of a fricative. We further assume that potential differences in values of the spectral moments, which can be, to a certain extent, considered an acoustic correlation of the place of articulation, can demonstrate a slightly different place of articulation of Czech and German velar fricatives. Using a perception test, we will attempt to explore a possible relation of German "Ich-laut" in the speech of German students of Czech to spectral mean values.

The spectral moment measurements along with the perception test results may be found useful in teaching German as a second language for improving one's pronunciation. In practise, it can lead to an improvement in accepting a foreign speaker as an efficient user of the language.

Keywords: palatal and velar fricative, czech, german, spectral moments, pronunciation, perception evaluation

OBSAH

OBSAH.....	10
SEZNAM ZKRATEK	12
1. ÚVOD	8
2. FRIKATIVY	10
2.1 CHARAKTERISTIKA FRIKATIV	10
2.2 POROVNÁNÍ SYSTÉMU FRIKATIV V ČEŠTINĚ A NĚMČINĚ	10
2.3 VELÁRNÍ FRIKATIVY	11
2.4 ARTIKULACE PALATÁLNÍ FRIKATIVY [ç].....	13
3 SPEKTRÁLNÍ MOMENTY	14
3.1 VÝPOČET SPEKTRÁLNÍCH MOMENTŮ	15
3.2 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH SPEKTRÁLNÍCH MOMENTŮ	15
3.3 SPEKTRÁLNÍ MOMENTY U NĚMECKÝCH DORZÁLNÍCH FRIKATIV	16
3.4 POSTVOKALICKÁ KOARTIKULACE U NĚMECKÝCH DORZÁLNÍCH FRIKATIV ..	18
4 MATERIÁL A METODY	23
4.1 ZDROJE NAHRÁVEK	23
4.2 MATERIÁL PRO SROVNÁNÍ SM A TRVÁNÍ NĚMECKÝCH FRIKATIV [x] A [ç] A ČESKÉ FRIKATIVY [x].....	24
4.2.1 PŘEHLED POČTU ZVUKOVÝCH DOKLADŮ	24
4.3 MATERIÁL PRO SROVNÁNÍ SM ČESKÉ FRIKATIVY [x] U ČESKÝCH MODERÁTORŮ A STUDENTŮ	28
5 SROVNÁNÍ ČESKÝCH A NĚMECKÝCH MODERÁTORŮ.....	32
5.1 VÝSLEDKY NĚMECKÝCH MODERÁTORŮ	32
5.2 VÝSLEDKY ČESKÝCH MODERÁTORŮ	44
5.3 SROVNÁNÍ KOARTIKULAČNÍCH VARIANT FONÉMU /x/ U NĚMECKÝCH A ČESKÝCH MODERÁTORŮ VE SROVNATELNÝCH HLÁSKOVÝCH OKOLÍCH.....	52
6 SROVNÁNÍ ČESKÝCH MODERÁTORŮ A STUDENTŮ	59
6.1 VÝSLEDKY SM [x] PO [i : , a :] U ČESKÝCH MODERÁTORŮ A STUDENTŮ ...	59
6.2 VÝSLEDKY TRVÁNÍ [x] PO [i : , a :] U ČESKÝCH MODERÁTORŮ	62
7 POSLECHOVÝ TEST	65
7.1 CHARAKTER A VÝSLEDKY PŘEDCHOZÍHO POSLECHOVÉHO TESTU	65
7.2 PŘÍPRAVA NOVÉHO POSLECHOVÉHO TESTU	66
7.3 VÝSLEDKY POSLECHOVÉHO TESTU.....	70
7.3 SHRUTÍ.....	83

8 ZÁVĚR.....	84
9 SEZNAM LITERATURY	86
10 PŘÍLOHY	88
PŘÍLOHA Č. 1 - PŘEHLED VYŘAZENÝCH NĚMECKÝCH I ČESKÝCH ZVUKOVÝCH DOKLADŮ U MODERÁTORŮ.....	88
PŘÍLOHA Č. 2 - PŘEHLED VYŘAZENÝCH ČESKÝCH ZVUKOVÝCH DOKLADŮ U STUDENTŮ.....	88
PŘÍLOHA Č. 3 - CD	89

SEZNAM ZKRATEK

Č - český

N - německý

SM - spektrální momenty

ST - spektrální těžiště (na Obr. 4 též COG)

SO - směrodatná odchylka spektra

SEŠ - sešikmenost hodnot spektra

ŠPI - špičatost hodnot spektra

COG - spektrální těžiště elektropalatografu (Obr. 4)

m1 - spektrální moment 1

m2 - spektrální moment 2

m3 - spektrální moment 3

m4 - spektrální moment 4

DCT - diskrétní kosinova transformace

F2 - druhý formant

smodch - směrodatná odchylka

IPDS (Institut für Phonetik und digitale Sprachverarbeitung)

1. ÚVOD

Cílem této práce je prozkoumat vybrané akustické vlastnosti německých frikativ [x] a [ç] a české frikativy [x] a na základě percepčního testu ověřit přijatelnost různých variant německé frikativy [ç] v mluvě českých studentů němčiny. Uvedené hlásky budeme popisovat a porovnávat na základě temporálních charakteristik a spektrálních vlastností jejich šumu: spektrální těžiště, směrodatná odchylka spektra, sešikmenost hodnot spektra a špičatost hodnot spektra.

Frikativy budou zkoumány v kontextech srovnatelných v obou jazycích. Hlavní zřetel bude věnován postavení frikativ po vokálech [ɪ, i:, ε, a, a:, ɔ, u, u:]. Materiál pro výzkum budou tvořit čtené projevy německých a českých rozhlasových a televizních moderátorů a dále českých studentů němčiny. U frikativ předpokládáme vliv koartikulace po předcházejícím vokálu, tedy že se jednotlivé koartikulační varianty budou na základě spektrálních momentů do určité míry odlišovat v rámci každého z jazyků, více však v němčině, kde se jedná o poziční varianty s různým místem tvoření.

Domníváme se také, že se kromě zřejmé odlišnosti německé poziční varianty [ç] od české velární frikativy [x] projeví ve spektrálním složení také rozdílnost velární frikativy v češtině a v němčině a že se tedy obě hlásky v těchto jazycích pravděpodobně artikulují mírně odlišně, co se místa artikulace týče. S ohledem na temporální charakteristiku frikativ se pokusíme nalézt v materiálu projevy konsonantické temporální kompenzace.

Nejprve obecně pojednáváme o charakteristikách frikativ se zaměřením na neznělé palatální a velární frikativy a také popisujeme obecné vlastnosti a využití spektrálních momentů. Podáváme přehled o vlastním zvukovém materiálu a o metodách, které jsme využili při jeho zpracování. Dále provádíme srovnání zkoumaných hlásek na základě jednotlivých spektrálních momentů, především však spektrálního těžiště, a prezentujeme zjištěné výsledky.

V poslední části práce představíme poslechový test, sestavený na základě zjištěných výsledků, který má ověřit předpokládanou souvislost mezi hodnotami spektrálního těžiště a

percepce německé frikativy [ç] realizované českými studenty němčiny. Domníváme se, že nalezneme určité pásmo hodnot spektrálního těžiště, ve kterém bude hláska percepčně přijatelná jako německý Ich-Laut. V testování přijatelnosti Ich-Lautu navážeme na klauzurní práci Srovnání některých spektrálních vlastností u německých frikativ [ç] a [x] a české frikativy [x] po [i:], a:] a jejich odezva v percepci. Výsledky spektrálních momentů spolu s výsledky percepčního testu mohou být ve výuce užitečné pro zkvalitňování německé výslovnosti daných hlásek a v praxi pak ke zvyšování přijatelnosti samotného mluvčího v cizojazyčné komunikaci.

2. FRIKATIVY

2.1 Charakteristika frikativ

Při souhláskové artikulaci mluvidla vytvářejí ve vokálním traktu překážku výdechovému proudu. Tato překážka může být úplná, jak je tomu u okluzív (hlásek závěrových), nebo částečná, jak je tomu v případě konstriktiv (hlásek úžinových). Frikativy (též souhlásky třené, dyšné, spiranty) patří na základě způsobu tvoření mezi hlásky úžinové. Podstata jejich artikulace spočívá ve zúžení průchodu pro výdechový proud. Vzduch v takto vytvořené úžině proudí rychleji než před ní a za ní a vzniká tak turbulentní šum o různé kvalitě a intenzitě, který je vedle vokálních tranzientů důležitý pro percepci jednotlivých frikativ. Úžina je u českých i německých frikativ frikativ, kromě hlásky [h], tvořena v dutině ústní, přičemž vstup do dutiny nosní je uzavřen patrohltanovým závěrem. Frikativy mohou být znělé nebo neznělé, přičemž síla artikulace je podle Hály větší u neznělých (Hála 1975, s. 195). U znělých frikativ je třecí šum méně nápadný a je překrýván zněním hlasu.

Frikativní šum má různou kvalitu a intenzitu v závislosti na podobě, místě a šířce úžiny stejně jako na stupni tlaku výdechového proudu před (ve směru výdechového proudu) místem zúžení (Hála 1975, s. 195). Čím menší je vytvořená úžina, tím je při stejné objemové rychlosti vzduchu větší tlak před překážkou, a tedy i síla šumu. Nápadný, ostrý šum mají frikativy s velmi úzkou úžinou (např. hláska [s]) a méně nápadný a slyšitelný šum mají frikativy s širší úžinou (např. hláska [x]). Frekvenční rozsah šumu záleží především na tom, kde v nadhrtanových dutinách je souhláska tvořena. Nejvyšší pásmo šumu mají sykavky; u přední sykavkové řady se hodnoty centra šumu pohybují kolem 8kHz, u zadní sykavkové řady kolem 6 kHz (Palková 1997, s. 111).

2.2 Porovnání systému frikativ v češtině a němčině

Jak můžeme vidět v Tab. 1, překrývají se z artikulačního hlediska české frikativy s německými v pozici labiodentální, alveolární a postalveolární (jemné artikulační posuny zde nejsou brány v úvahu). Liší se však v pozici palatální, kde v českém systému chybí frikativa jak znělá, tak neznělá. V češtině se znělé palatální frikativě nejvíce blíží palatální aproximanta [j], pokud je vyslovena s větší napjatostí. Dále se český a německý systém frikativ odlišuje

v pozici velární, kde se naopak v češtině jako výsledek asimilace znělosti objevuje navíc hláska [ɣ], tedy znělá varianta hlásky [x], a v pozici glotální, kde v češtině narozdíl od němčiny neexistuje neznělé (dyšné) [h]. Česká znělá glotální frikativa [ɦ] společně se znělou velární frikativou [ɣ] je navíc spisovnou (poziční) variantou neznělé velární frikativy [x].

Z pohledu fonologického jsou v němčině neznělá palatální frikativa [ç] (tzv. „Ich-Laut“) a neznělá velární frikativa [x] (tzv. „Ach-Laut“) pozičními variantami. Ich-Laut se vyslovuje po vokálech přední řady [ɪ, i, ε, e, ʏ, y, œ, ø], po dvojhláskách [ɔ̯y, a̯ɪ], v příponě *-chen*, v příponě *-ig* na konci slova a před konsonantem (s výjimkou *-ig*, následuje-li přípona *-lich*, *-reich*, vyslovuje se [ɪk]), po konsonantech ve slovech domácího původu, po *l*, *r*, *n*. Ach-Laut se vyslovuje po vokálech zadní řady [ɔ, o, u, ʊ], a-ových vokálech a po dvojhláscích [a̯u].

Místo tvoření	Labiodentální	Alveolární	Postalveolární	Palatální	Velární	Glotalní
Čeština	f, v	s, z	ʃ, ʒ	-	x, ɣ	ɦ
Němčina	f, v	s, z	ʃ, ʒ	ç	x	h

Tab. 1: Frikativy v češtině a němčině¹

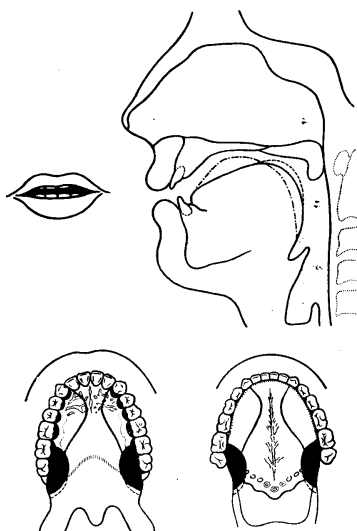
V dalším popisu se budeme věnovat pouze palatálním a velárním frikativám (především [ç] a [x]), na které se tato práce zaměřuje.

2.3 Velární frikativy

U velárních frikativ je úžina tvořena přitisknutím okrajů zadní části hřbetu jazyka po stranách paterní klenby v místě přechodu tvrdého a měkkého patra. Vzduch proudí mezi hřbetem jazyka a měkkým patrem (Palková 1997, s. 230). Základní podoba v češtině je neznělá (hlasivky jsou rozevřené), avšak narozdíl od němčiny se v češtině vyskytuje i fakultativní varianta *znělá* [ɣ], která vzniká jen v postavení asimilačním. Třetí šum hlásky [x] (tzv. Ach-Laut) zní v němčině podle Hály drsněji než v češtině (Hála 1975, s. 204). Na profilu na Obr. 1 je plnou čarou znázorněna artikulace českého [x], čerchovanou čarou artikulace

¹ <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/74/Ipa-chart-all-1000px.png>

německého Ich-Lautu a přerušovanou čarou artikulace Ach-Lautu. Na palatogramu a lingvogramu je artikulace českého [x] znázorněna černě, plnou čarou je znázorněn německý Ich-Laut a přerušovanou čarou Ach-Laut. Na obrázku můžeme pozorovat, že je kořen jazyka při artikulaci německého Ach-Lautu narozdíl od české velární frikativy vyklenut více dozadu a také blíže k měkkému patru, a proto předpokládáme, že se tato odlišnost české a německé velární frikativy projeví i v hodnotách spektrálních momentů. Harrington (viz oddíl 3.4) dokonce tvrdí, že v určitých kontextech se tato poziční varianta realizuje jako frikativa uvulární.



Obr. 1: Artikulace velárních frikativ [x], [ɣ] (Hála 1975).

Rozdíl mezi českým a německým [x] se projevil i v hodnotách spektrálních momentů naměřených v naší předchozí práci (Sedláčková, 2008), kde bylo zjištěno, že průměrné spektrální těžiště německého Ach-Lautu je výše než spektrální těžiště českého [x] následujícího po [a:], tedy že hláska [x] se svou artikulací v němčině a v češtině pravděpodobně liší. Tuto skutečnost chceme v této práci dále prozkoumat a případně tak podložit zmiňované Hálovo tvrzení, že německé [x] zní „drsněji“ než české.

Ve zmiňované práci se také projevoval pravidelný rozdíl v hodnotách ST mezi muži a ženami, avšak tento rozdíl se neprojevil jako statisticky významný, proto se v našem dalším zkoumání nebudeme srovnáváním ST u mužů a žen zabývat.

Česká velární frikativa [x] se vyznačuje dvěma pásmy šumu; nižší se pohybuje v závislosti na sousedním vokálu, druhé je stabilně v pásmu kolem 4,5 kHz (Palková 1997, s. 230). Pro úplnost uvádíme v Tab. 2 základní údaje o charakteristikách spektrálního složení hlásky [x] z práce Borovičkové a Maláče (1967), z akademické Mluvnice češtiny I (1986), práce Romportla (1963) a Hály (1975) ve zjednodušeném shrnutí (Palková 1997, s. 219).

Hlásky [x]			
Převzato z:	Šumové pásmo	Lokus	Dynamika ²
Mluvnice češtiny I	až 10 kHz		
Borovičková a Maláč	až 10 kHz	1,6 ³	
Romportl	0,5 - 5 kHz i výše		
Palková			-8

Tab. 2: Charakteristika souhlásek z hlediska frekvence a dynamiky.

U české hlásky [x] byl v naší předchozí práci (Sedláčková, 2008) zjištěn vliv koartikulace; hodnoty ST se po předním vysokém vokálu /i/ zvyšovaly. Vliv koartikulace budeme na základě zjištěných výsledků v předchozí práci dále zkoumat ve všech hláskových okolích, srovnatelných v českém a německém jazyce.

2.4 Artikulace palatální frikativy [ç]

U palatálních frikativ (viz Obr. 1) je úžina tvořena přitisknutím okrajů hřbetu jazyka k okrajům tvrdého patra. Vzduch proudí mezi hřbetem jazyka a tvrdým patrem. Jak bylo zmíněno již výše, v českém konsonantickém systému se tato hláska nevyskytuje (kromě napjatěji vyslovené palatální aproximanty [j]) a ve standardní němčině existuje pouze její neznělá varianta.

² Dynamika vyjadřuje v dB poměr intenzity dané hlásky ve srovnání se sousední samohláskou. Jedná se většinou o negativní hodnoty, protože souhlásky jsou obecně slabší než samohlásky.

³ Hodnota lokusu 1,6 kHz Borovičkové a Maláče se blíží průměrné hodnotě spektrálního těžiště hlásky [x] následující po [a:] u českých studentů (1500 Hz) a „českého“ Ach-Lautu (1680 Hz), naměřenou v práci Sedláčkové (2008). V této práci se hodnotě lokusu blíží hodnota hlásky [x] následující po [ɪ] u českých rozhlasových moderátorů (1558 Hz).

3 SPEKTRÁLNÍ MOMENTY

Spektrální momenty jsou ve fonetickém výzkumu využívány ke statistické analýze akustických charakteristik šumu zejména u neznělých obstruentů a mají význam jak pro popis zvukové stránky jazyka, tak např. pro forenzní a klinickou fonetiku. Mohou přispět k modelování percepce mluvené řeči a k rozvoji hlasových technologií. Spektrální momenty (SM) můžeme částečně považovat za akustický korelát místa artikulace a jsou účinným prostředkem pro srovnání akustických vlastností obstruentů mezi jazyky a v rámci jednoho jazyka (Machač 2006).

V této práci budou SM hlavním nástrojem pro:

- a) posouzení výslovnosti Ich-Lautu u českých mluvčích pomocí percepčního testu, založeného na hodnotách spektrálního těžiště,
- b) porovnání německých hlásek [ç] a [x] v rámci německých moderátorů a hlásky [x] v rámci českých moderátorů - po vokálech [ɪ, ε, a, a:, ɔ, u, u:],
- c) porovnání německých hlásek [ç] a [x] u německých moderátorů s hláskou [x] u českých moderátorů - po vokálech [ɪ, ε, a, a:, ɔ, u, u:],
- d) porovnání české hlásky [x] po vokálech [i:, a:] realizované českými rozhlasovými moderátory a českými studenty.

Jednotlivé spektrální momenty jsou: *spektrální těžiště (ST)*, *směrodatná odchylka spektra (SO)*, *sešikmenost hodnot spektra (SEŠ)* a *špičatost hodnot spektra (ŠPI)*. Za nejvýznamnější pro tuto práci považujeme první spektrální moment (ST), který bude tvořit základ pro srovnávání frikativ. Zbylé tři momenty s ním úzce souvisejí a budeme se jim věnovat pouze výběrově.

3.1 Výpočet spektrálních momentů (dle Harringtona, 2008)

Celkový tvar spektra je parametrizován pomocí spektrálních momentů, které jsou odvozeny od statistických momentů často aplikovaných na analýzu tvaru histogramu. Jednotlivé spektrální momenty lze vypočítat pomocí následujících vzorců:

$$m_1 = \frac{\sum f x}{\sum f} \quad m_2 = \frac{\sum f (x - m_1)^2}{\sum f} \quad m_3 = \left(\frac{\sum f (x - m_1)^3}{\sum f} \right) m_2^{-1.5} \quad m_4 = \left[\left(\frac{\sum f (x - m_1)^4}{\sum f} \right) m_2^{-2} \right] - 3$$

kde x je kategorie (histogram class interval) a f je počet případů v kategorii (count of the number of tokens in a class interval). Ve spektrálních momentech můžeme se spektrem zacházet, jako by to byl histogram, takže se x stává kategorií frekvence a f je hodnota intenzity (dB) v dané frekvenci. Pokud jsou hodnoty na ose frekvence udávány v Hz, potom je m_1 (ST) také v Hz a m_2 (SO) v Hz^2 , zatímco m_3 (SEŠ) a m_4 (ŠPI) bezrozměrné.

3.2 Charakteristika jednotlivých spektrálních momentů (citováno v Machač 2006)

3.2.1 Spektrální těžiště (center of gravity, spectral mean)

Spektrální těžiště udává průměrnou frekvenci celé frekvenční oblasti šumu a lze jej považovat za jistý korelát místa artikulace. Při výpočtu je distribuce frekvencí ve spektru posuzována jako náhodná distribuce čísel, ze kterých je pak vypočítán průměr této distribuce (Forrest *et al.*, 1988, cit. dle Munsona 2001).

3.2.2 Směrodatná odchylka spektra (standard deviation)

Směrodatná odchylka spektra vyjadřuje, do jaké míry se frekvence spektra odchylují od průměrné frekvence. Narozdíl od obvyklého statistického významu tohoto parametru se zde jedná o parametr zvuku. Směrodatná odchylka spektra u šumových zvuků je vysoká, kdežto u vlny sinusového tvaru má hodnotu nula.

3.2.3 Sešikmenost hodnot spektra (skewness)

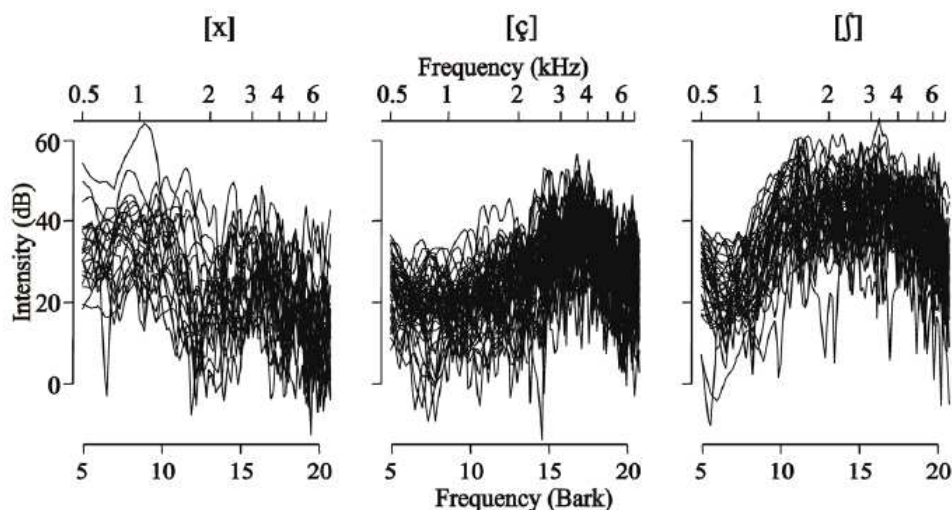
Sešikmenost hodnot spektra je ukazatelem asymetrie spektra vzhledem ke spektrálnímu těžišti. Záporné hodnoty značí přítomnost hodnot spektra převážně nalevo od spektrálního těžiště, tedy v nižších frekvencích. Kladné hodnoty znamenají naopak umístění hodnot spíše napravo od spektrálního těžiště, tedy ve frekvencích vyšších. Podle převahy hodnot nalevo či napravo od spektrálního těžiště označujeme převažující „křídlo“ spektra za „těžší“.

3.2.4 Špičatost hodnot spektra (kurtosis)

Špičatost hodnot spektra vyjadřuje stupeň špičatosti nebo plochosti spektra, tj. do jaké míry se tvar spektra v okolí spektrálního těžiště liší od tvaru normálního rozdělení, což závisí na tvaru distribučních „křídel“. Akusticky vyjadřuje tento spektrální moment stupeň koncentrace šumu v oblasti spektrálního těžiště. Kladné hodnoty značí větší špičatost spektra, zatímco u hodnot záporných je spektrum spíše ploché. Pro bílý šum je hodnota m_4 6/5, pro normální distribuci nula. Obecně se soudí, že m_4 koreluje s m_2 , i když tomu tak nemusí být vždy (Wuensch 2005, cit. dle Harringtona, 2008).

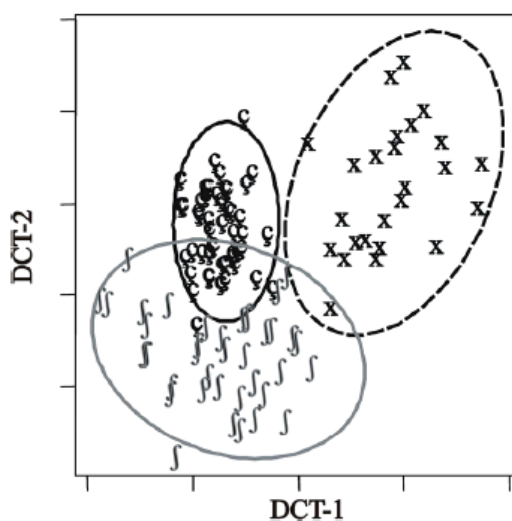
3.3 Spektrální momenty u německých dorzálních frikativ (dle Harringtona, 2008)

Na Obr. 2 se nacházejí spektrální data tří německých dorzálních frikativ [x] (n = 25), [ç] (n = 50) a [ʁ] (n = 39), použité ze 100 vět Kielského korpusu, čtených jedním mužským mluvčím standardní němčiny. Při výpočtu se vycházelo z temporálního středu frikativy a DFT byla provedena nad 256 vzorky signálu při vzorkovací frekvenci 16 kHz. Frikativy byly extrahovány bez ohledu na segmentální nebo prozodický kontext, ve kterém se nacházely.



Obr. 2: Spektrální data německých dorzálních frikativ (Harrington, 2008).

Varianty jednoho fonému [ç] a [x] mají velmi odlišné spektrální charakteristiky. Energie u velární frikativy je podmíněna F2 následujícího vokálu (Johnson 2004, cit. dle Harringtona, 2008), kdežto energie u palatální frikativy je energie soustředěna ve vyšších frekvencích a je závislá na F3 okolních vokálů. Jak vidíme na Obr. 2, struktura palatálního [ç] je mnohem podobnější struktuře postalveolárního [ʃ], protože [x] má převážně klesající spektrum (má těžší pravé distribuční křídlo), kdežto spektra [ç] a [ʃ], u kterých je energie soustředěná mezi 2-5 kHz, mají tvar stoupající (mají těžší levé distribuční křídlo). Distinkce mezi [ç] a [ʃ] by mohla být založena na tvaru křivky spektra: u [ʃ] je větší koncentrace energie mezi 2-3 kHz, takže jeho spektrum se více podobá tvaru obráceného U než spektrum [ç].



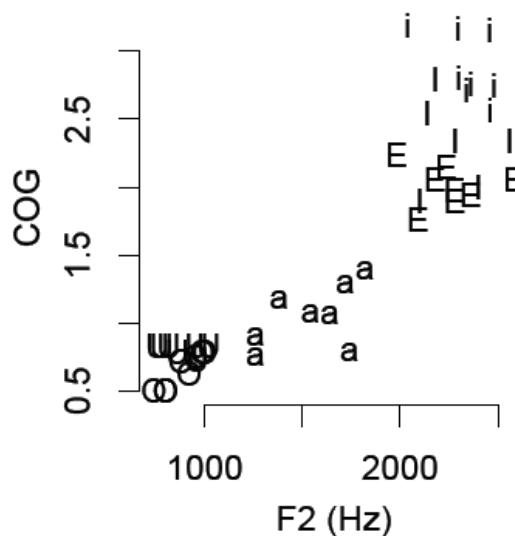
Obr. 3: Transformace spektrálních dat pomocí DCT-1 a DCT-2 (Harrington, 2008).

Zde je zobrazení výše uvedených dat po provedení diskrétní kosinové transformace (DCT) na spektra, která je druhým způsobem parametrizace tvaru spektra. Koeficienty DCT aplikované na spektrum jsou tzv. keprální koeficienty. DCT-1 je parametrem spektrálního sklonu (spectral slope) a DCT-2 je parametrem spektrální křivky (spectral curvature). Více o této metodě viz Harrington, 2008.

Stejně jako na předchozím zobrazení je i zde velární frikativa [x] odlišena od ostatních frikativ primárně pomocí koeficientu DCT-1, zatímco distinkce mezi [ç] a [ʃ] závisí na koeficientu DCT-2. Společně tedy oba koeficienty poskytují dostatečnou možnost distinkce mezi těmito třemi dorzálními frikativami, i když jen u jednoho mluvčího. Z hlediska artikulačního bychom mohli spojovat rozdílnost hodnot DCT-1 (spektrálního sklonu, tj. sešikmenosti spektra) u velární frikativy na jedné straně a u palatální a postalveolární frikativy na straně druhé např. s větším vyklenutím jazyka u posledně jmenovaných, kdy se musí celý hřbet natlačit těsně do klenby tvrdého patra, kdežto u velární frikativy se přibližuje pouze zadní část hřbetu na přechod mezi tvrdým a měkkým patrem a jazyk má tak plošší tvar (viz Obr. 1). Na základě DCT-2 (spektrální křivky, tj. špičatosti spektra) se odlišuje postalveolární frikativa od velární a palatální; rozlišení na základě tohoto koeficientu by mohlo souviset s labializací, která je specifickým rysem právě u postalveolární frikativy.

3.4 Postvokální koartikulace u německých dorzálních frikativ (dle Harringtona 2010)

V němčině závisí místo artikulace dorzální frikativy na předcházejícím vokálu, především na jeho umístění na ose přední - zadní. Po předních vokálech se foném /x/ vyslovuje jako palatální frikativa, např. [ri:çŋ], [lɪçt], [pɛç]; *riechen* / čichat, *Licht* / světlo, *Pech* / smůla. Po zadních vysokých vokálech se však vyslovuje jako velární frikativa, např. [bu:x]; *Buch* / kniha, a po středních nebo zadních nevysokých ve standardní němčině i v některých varietách dokonce často jako uvulární frikativa, např. [max], [lɔx]; *mach* / (u)dělej, *Loch* / díra. Tyto poznatky přebírá Harrington z analýz prováděných na semináři IPDS (Institut für Phonetik und digitale Sprachverarbeitung) na Kielské univerzitě, které byly dále rozvedeny v práci Ambrazaitis & John (2004).



Obr. 4: Závislost ST (COG) frikativy /x/ na F2 předcházejícího vokálu (Harrington 2010).

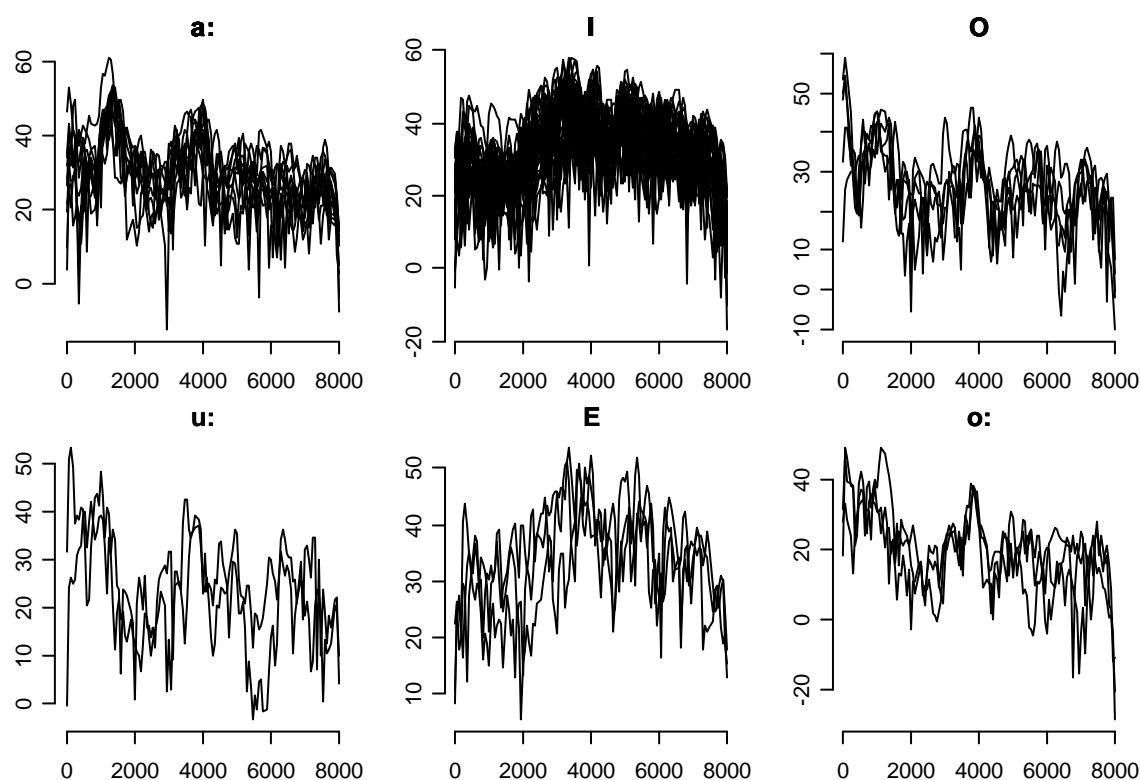
3.4.1 Koartikulace dle elektropalatografie

Harrington používá pro znázornění koartikulačního vlivu metody elektropalatografie, resp. hodnoty těžiště elektropalatografu, (COG) a také hodnoty ST. Jak je vidět na Obr. 4, potvrdil se u tohoto jednoho mluvčího vliv frekvence druhého formantu na artikulaci frikativy. Nutno zdůraznit, že tomu tak nemusí být u všech mluvčích. Můžeme zde na jedné straně pozorovat zřetelný rozdíl poziční varianty /x/ po jednotlivých předních vokálech [i : , ɪ , ε] a na straně druhé rozdíl po předních [i : , ɪ , ε] a nepředních vokálech [a , ɔ , u]. Dále se také odlišuje hláska [x] po středním nízkém vokálu [a], a to jak od palatálního Ich-Lautu, tak od velárních variant v sekvencích [ɔx , ux], kde lze očekávat jistý stupeň zaokrouhlenosti. Posledně jmenovaný rozdíl může souviset právě s výše uvedenou odlišností v artikulaci v sekvenci [ax], kdy se často frikativa nerealizuje jako velární, nýbrž jako uvulární. Jiné vysvětlení by mohla poskytnout nepřítomnost labializace u [a], a tím pádem i absence vlivu zaokrouhlenosti vokálu na následující frikativu (narozdíl od frikativy v sekvencích [ɔx , ux]).

Vliv koartikulace v tomto smyslu se částečně potvrdil i v našich výsledcích spektrálních momentů u německých moderátorů (podrobněji viz kapitolu 6).

3.4.2 Koartikulace dle spektrálních momentů

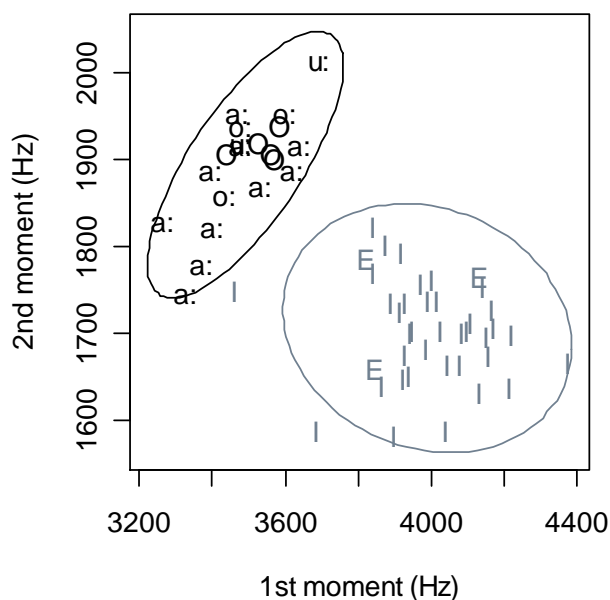
V nahrávkách Kielského korpusu byla transkribována palatální frikativa [ç] následující po [ɪ, ɛ] (na Obr. 5 jako I a E) a velární frikativa [x] po ostatních vokálech [a:, ɔ, o:, u:] (viz Obr. 5, vokály a:, O, o:, u:). Z důvodu nedostatku materiálu byly v tomto výzkumu sloučeny hlásky [a:] a [a] do jedné kategorie [a].



Obr. 5: Spektra frikativ [ç] a [x] po jednotlivých vokálech měřená v temporálním středu (Harrington, 2010).

Na Obr. 5 můžeme pozorovat, že energie [ç] po [ɪ, ɛ] je soustředěna okolo 3000-4000 Hz, kdežto u [x] po ostatních vokálech frekvence postupně klesají a energie není v tak vysoké míře soustředěna kolem žádné určité frekvence. Hláška [x] má vždy o trochu více energie v nižších frekvencích spektra (0-2000 Hz). Z hlediska sešikmenosti spektra mají tedy všechny koartikulační velární varianty /x/ těžší pravé distribuční křídlo, kdežto palatální frikativy mají spíše tvar obráceného U. Tento rozdíl mimochodem připomíná rozdíl

v artikulaci, kdy je u palatálních frikativ hřbet jazyka více prohnut a natlačen na tvrdé patro, kdežto u velárních frikativ má jazyk spíše plošší tvar a artikuluje především zadní část hřbetu.



Obr. 6: Zobrazení hodnot ST (1st moment) a SO (2nd moment) u hlásek [ç] a [x]. Měřeno v temporálním středu frikativy (Harrington, 2010).

Z obrázku výše vyplývá, že frikativy [ç] a [x] jsou na základě hodnot spektrálních momentů (alespoň tedy hodnot spektrálního těžiště a směrodatné odchylky spektra) velmi dobře rozlišitelné. Hláška [ç] následující po [ɪ, ɛ] má vysokou hodnotu spektrálního těžiště a nízkou hodnotu směrodatné odchylky spektra, protože energie není tak rozprostřená přes všechny frekvence, jako je tomu u [x] po ostatních vokálech (viz Obr. 5). Naopak hláška [x] následující po [a:, ɔ, o:, u:] má nižší hodnotu spektrálního těžiště a zároveň vyšší hodnotu směrodatné odchylky spektra, protože energie u [x] není soustředěná do určitého frekvenčního pásma jako u [ç] po [ɪ, ɛ] (viz Obr. 5).

Tento vliv postvokální koartikulace prověříme taktéž pomocí spektrálních momentů na nahrávkách německých rozhlasových a televizních moderátorů. Míra závislosti artikulace dorzálních frikativ na následujícím vokálu je v němčině mnohem nižší než na předcházejícím (Ambrazaitis & John 2004), a proto v této práci srovnáváme realizace německého a českého

fonému /x/ pouze s ohledem na předcházející vokál (informace o podobě a trvání následující hlásky zůstávají v našem materiálu zachovány). Budeme vliv pro účely naší práce analogicky předpokládat i u češtiny, i když se zde frikativa [x] vyskytuje v intervokalických pozicích pravděpodobně častěji než v němčině a vliv následujícího vokálu může být významnější. Podrobnější srovnání s ohledem na okolí za frikativou by vyžadovalo samostatný rozsáhlý výzkum, na který v této práci nemáme prostor a nebudeme se jím proto zabývat.

4 MATERIÁL A METODY

V této práci byly použity tři sady nahrávek odpovídající jednotlivým částem výzkumu. Pro srovnání spektrálních momentů a trvání německých frikativ [x] a [ç] a české frikativy [x] byly použity nahrávky německých a českých rozhlasových a televizních moderátorů. Pro doplňující porovnání spektrálních momentů české frikativy [x] u moderátorů a studentů byly použity nahrávky českých rozhlasových moderátorů a nahrávky českých studentů germanistiky. Dále byly použity německé nahrávky těchto českých studentů němčiny pro percepční ověření přijatelnosti českého Ich-Lautu.

V testování přijatelnosti Ich-Lautu navážeme na klauzurní práci Srovnání některých spektrálních vlastností u německých frikativ [ç] a [x] a české frikativy [x] po [I, i:, a] a jejich odezva v percepci (Sedláčková, 2008).

4.1 Zdroje nahrávek

U německých moderátorů jsme měli k dispozici nahrávky čteného zpravodajství z německého internetového rádia Info (součást Rundfunk Berlin Brandenburg, ARD) a dále z televizních pořadů stanice ARD: Tagesschau, Tagesschau in 100 Sekunden a Wochenspiegel. Všechny nahrávky byly digitalizovány se vzorkovací frekvencí 44.100 Hz. Instrumentální analýza byla provedena v programu Praat (verze 5.0.08; Boersma a Weenink 2008). V případě českých moderátorů se jednalo o nahrávky čteného zpravodajství z rádia Český rozhlas 1 - Radiožurnál: Zprávy a Ozvěny dne.

Německé i české nahrávky českých studentů byly pořízeny v nahrávacím studiu Fonetického ústavu FF UK, v obou jazycích se jednalo o čtené projevy. Čeští mluvčí (studenti oborů Germanistika a Překladatelsví a tlumočnictví: Němčina) četli nejprve úryvek z německé pohádky bratří Grimmů Der Bauer und der Teufel (dále jen „Bauer“) a poté úryvek z českého literárního díla Ivana Olbrachta Podivné přátelství herce Jesenia. V době nahrávání německého textu měli tito studenti velmi odlišné povědomí o existenci a správné výslovnosti Ich-Lautu.

Přehledy počtu dokladů a metody jejich zpracování uvedeme pro každou část výzkumu odděleně v podkapitolách 4.2 a 4.3. Přehled nahrávek pro poslechový test a metody jejich zpracování popíšeme samostatně v kapitole 7 Poslechový test.

4.2 Materiál pro srovnání SM a trvání německých frikativ [x] a [ç] a české frikativy [x]

Hlavní část této práce tvoří srovnání spektrálních momentů a trvání německých frikativ [x] a [ç] a české frikativy [x]. Frikativy zkoumáme v kontextech srovnatelných v obou jazycích. Hlavní zřetel věnujeme postavení frikativ po vokálech [ɪ, ɛ, a, a:, ɔ, u, u:]. Diftongy nebyly do srovnání zahrnuty vůbec, protože se v češtině a němčině ve stejné podobě nevyskytují. Hláška [ç] následující po vokálu [i:] se vyskytuje pouze v omezeném počtu německých slov a nepodařilo se pro ni nalézt v nahrávkách ani jeden doklad, proto musel tento kontext ve srovnání i přes dostatek českých dokladů vynechán. Podobně nebylo možno nalézt doklady pro [x] po vokálu [o:] v českých nahrávkách, a proto bylo i toto hláskové okolí ze srovnání vyřazeno. Pro hlásku [x] následující po [u] byly nalezeny doklady pouze v českých nahrávkách a pro hlásku [x] následující po [u:] naproti tomu jen v německých nahrávkách, proto byly tyto dva různé kontexty výjimečně srovnávány mezi sebou, a to na menším počtu dokladů, než bylo stanovené minimum (viz oddíl 4.2.1).

4.2.1 Přehled počtu zvukových dokladů

V tomto srovnání jsme pro každý výše jmenovaný kontext v materiálu vyhledali minimálně 20 zvukových dokladů pro frikativu [ç] resp. [x], přičemž od jednoho mluvčího bylo pro lepší vyváženost materiálu použito maximálně 5 dokladů. Při výběru nebyly akceptovány doklady, ve kterých se hláška nacházela ve finální pozici slabiky na konci promluvového úseku před pauzou. Tak byly eliminovány příliš dlouhé realizace, které by mohly ovlivnit průměrné trvání zkoumaných hlásek. Také doklady nacházející se v prvním mluvnickém taktu výpovědi nebyly od počátku do výběru zahrnuty, aby se zamezilo různým

vlivům přízvukování, které se někdy v úvodu promluvy vyskytuje. Výjimku tvořil kontext [u:] v němčině a [u] v češtině, kde jsme mohli z materiálu vybrat pouze omezený počet dokladů (pod stanovený limit dvaceti dokladů), a tak jsme použili hlásky ve všech dostupných pozicích. Srovnání hlásky [x] v kontextu [u:] a [u] je nutno považovat pouze za orientační a doplňující.

Hlásky	Počet dokladů	Počet mluvčích
ɪç	20	7
ɛç	20	7
aχ	27	11
a:χ	21	15
ɔχ	22	15
u:χ	15	7
Celkem	125	21

Tab. 3: Počet mluvčích a dokladů pro německé frikativy [ç] a [χ].

Hlásky	Počet dokladů	Počet mluvčích
ɪx	20	9
ɛx	29	11
ax	20	17
a:x	21	7
ɔx	20	12
ux	11	7
Celkem	121	21

Tab. 4: Počet mluvčích a dokladů pro českou hlásku [x].

4.2.2 Vyřazený zvukový materiál

U českých mluvčích jsme byli nuceni vyřadit jednu velmi krátkou realizaci hlásky [x], po které navíc následovala hlásky [s], takže vlivem koartikulace měla frikativa pásmo šumu ve vyšších frekvencích (běžných spíše pro alveolární [s]). U německých mluvčích jsme v několika málo případech hlásky vyřadili z důvodu jejich krácení či vypuštění, někdy i přidané znělosti, příp. z důvodu rušivého zvuku na pozadí nahrávky.

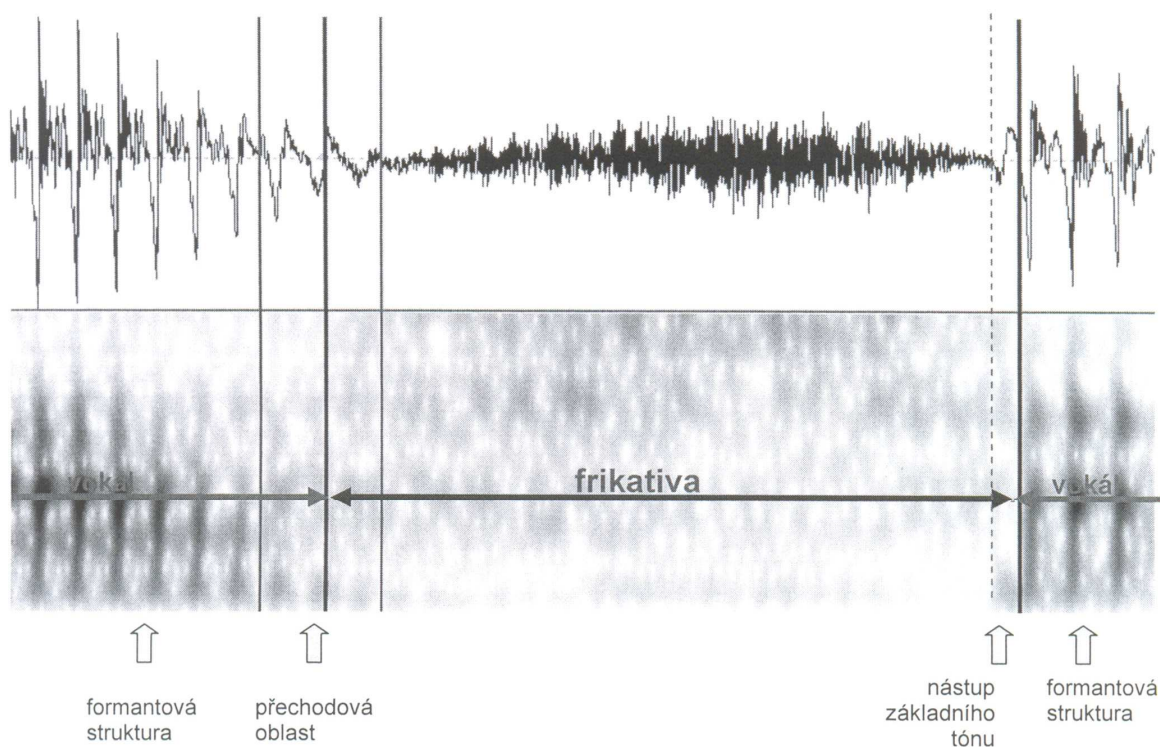
Vyřazené nahrávky českých i německých moderátorů jsou přiloženy na CD v podsložkách Č vyřazené doklady a N vyřazené doklady ve složce Srovnání Č a N moderátorů. Přehled vyřazených dokladů viz Příloha č. 1.

4.2.3 Určování hranic měřených segmentů u nahrávek moderátorů

Hlavní srovnání budeme provádět mezi českými a německými moderátory. Postup při zpracovávání materiálu moderátorů popisujeme v tomto oddíle. Oddíl následující pak věnujeme popisu materiálu pro dodatečné srovnání českých moderátorů s českými studenty. Materiál českých studentů jsme použili z klauzurní práce, kde bylo při určování hranic postupováno odlišným způsobem (viz oddíl 4.3.3). Toto srovnání je jen okrajové, a protože jsme u studentů neměli k dispozici tak vyvážený materiál jako u moderátorů, nýbrž pouze omezený počet hláskových okolí, rozhodli jsme se hranice v materiálu studentů neupravovat.

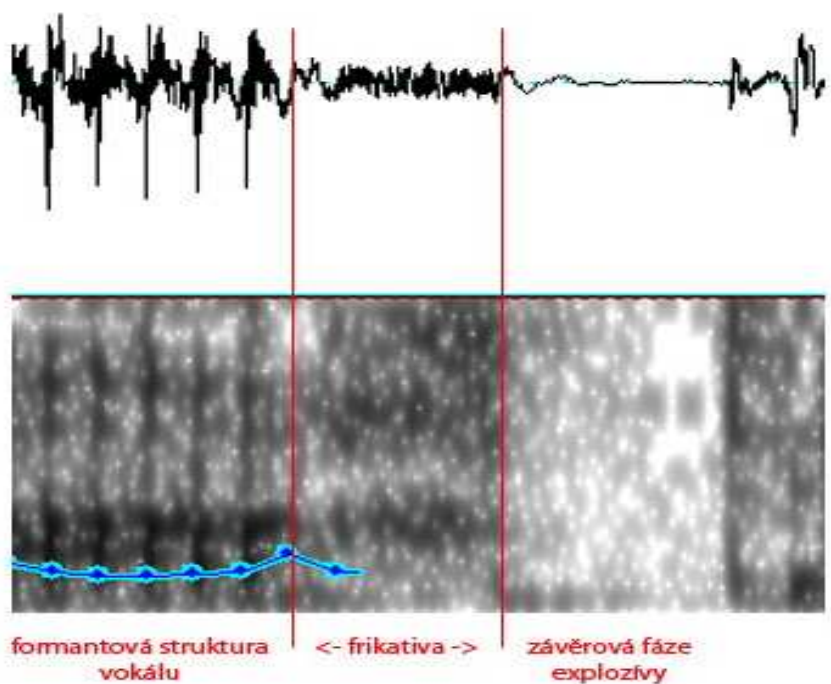
Vybrané frikativy se nalézaly v sekvenci *vokál + frikativa + vokál* příp. *vokál - frikativa - konsonant*. Při určování hranic jsme se řídili metodickými pokyny z práce *Principles of Phonetic Segmentation* (Machač, P. & Skarnitzl, R., 2009). Inherentním rysem každé frikativy je její šumová složka a u neznělé frikativy také absence f0. Při segmentaci sekvence *vokál - frikativa - vokál* považujeme za rozhodující především konec formantové struktury předešlého a začátek formantové struktury následujícího vokálu.

Oblast přechodu v sekvenci *vokál + frikativa* obvykle obsahuje neúplnou formantovou strukturu a slabší šumovou složku. Hranice segmentů byly umisťovány do středu této přechodové oblasti (viz příklad v sekvenci *vokál + frikativa*, Obr. 7). Oddělení segmentů v sekvenci *frikativa + vokál* se opět řídí nástupem plné formantové struktury (viz Obr. 7).



Obr. 7: Hranice frikativy v sekvenci *vokál - frikativa - vokál*.

V případě přechodu v sekvenci *frikativa + konsonant* byla hranice umístěna za konec plného šumu frikativy (viz Obr. 8 - ukázka segmentace před následující hláskou [č]).



Obr. 8: Hranice frikativy v sekvenci *vokál - frikativa - explozíva*.

Každá hranice mezi segmenty byla posunuta do nejbližšího *průchodu nulou*, tedy do nejbližšího místa, kde křivka na oscilogramu protíná osu intenzity. V textgridech ve vrstvě „hláska“ byly označeny hranice zkoumaných frikativ [ç] a [x] i předcházející a následující hláska. Ve vrstvě „fráze“ byl označen promluvový úsek, ve kterém se zkoumaná hláska nacházela, a doplněn kód daného mluvčího. Nahrávky českých a německých moderátorů, načítací skripty k nahrávkám a textgridy uložené v kolekcích jsou přiloženy na CD ve složce Srovnání Č a N moderátorů.

4.2.4 Měření trvání a spektrálních momentů (SM)

Pro náš výzkum jsme u každé frikativy i u okolních hlásek pomocí skriptu změřili jejich trvání a u frikativ navíc ještě spektrální momenty - spektrální těžiště (ST), směrodatnou odchylku spektra (SO), sešikmenost hodnot spektra (SEŠ) a špičatost hodnot spektra (ŠPI). Pro účely této práce byl skript na analýzu spektrálních momentů upraven tak, aby měřená část frikativy neobsahovala periodickou složku. Spektrální momenty tak byly měřeny v prostředním úseku frikativy, zkráceném o 6 milisekund na obou stranách. Kompletní výsledky měření SM a trvání německých frikativ [x] a [ç] a české frikativy [x] jsou uvedeny v souborech Č - výsledky a N - výsledky ve složce Srovnání Č a N moderátorů. Výsledkům měření spektrálních momentů a trvání německých frikativ [x] a [ç] a české frikativy [x] a jejich vzájemnému porovnávání se podrobně věnujeme v kapitole 5.

4.3 Materiál pro srovnání SM české frikativy [x] u českých moderátorů a studentů

V druhé části se budeme snažit potvrdit vliv koartikulace v češtině na základě srovnání spektrálních momentů české frikativy [x] u českých rozhlasových moderátorů a českých studentů němčiny. Z důvodu nedostatečného počtu dokladů u českých studentů provádíme srovnání hlásky [x] pouze po vokálech [i:], a:].

4.3.1 Přehled počtu zvukových dokladů

Materiál od českých studentů je tvořen nahrávkami použitými v klauzurní práci (Sedláčková, 2008), kde byly v kontextu po [i:], a:] na základě SM porovnávány německé hlásky realizované německými moderátory a českými studenty němčiny a české hlásky realizované českými studenty. Připomínáme, že se jednalo o úryvek z českého literárního díla Ivana Olbrachta Podivné přátelství herce Jesenia. V tomto textu se velární frikativa [ɣ] vyskytovala dvakrát po [i:] (*jejích mostů; ležel snít*), a jednou po [a:] (*na hlavách Prahy*).

Hlásky	Počet dokladů	Počet mluvčích
i : x	86	45
a : x	43	43
Celkem	129	45

Tab. 5: Počet mluvčích a dokladů pro českou hlásku [x] u českých studentů.

Doklady pro hlásku [x] po [i:] u českých moderátorů byly vybrány z nahrávek použitých pro srovnání německých frikativ [x] a [ç] a české frikativy [x] u moderátorů, kde byl z důvodu chybějících dokladů pro německé [ç] po [i:] tento kontext vynechán. Doklady pro hlásku [x] po [a:] jsme použili taktéž z výše uvedeného materiálu českých moderátorů.

Hlásky	Počet dokladů	Počet mluvčích
i : x	29	8
a : x	21	7
Celkem	50	8

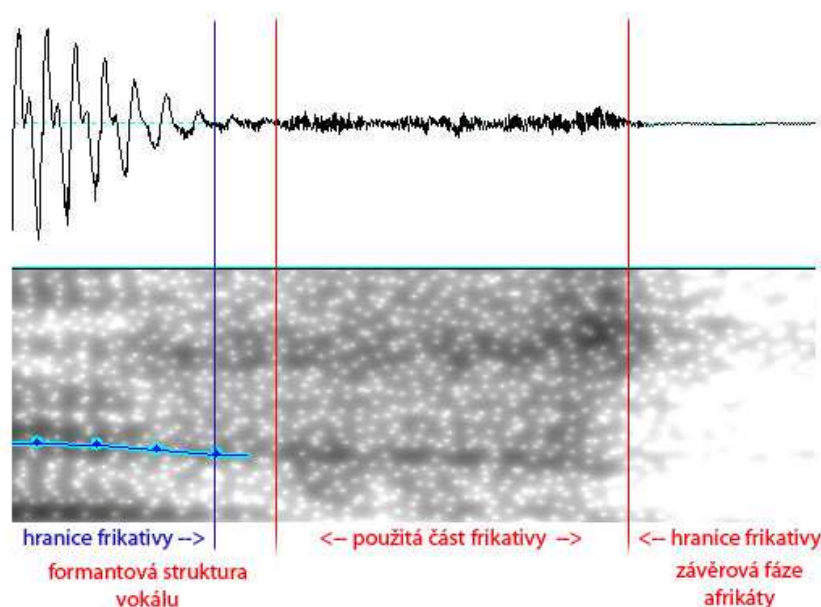
Tab. 6: Počet mluvčích a dokladů pro českou hlásku [x] u českých moderátorů.

4.3.2 Vyřazený zvukový materiál

V českém textu Ivana Olbrachta jsme byli nuceni vyřadit několik znělých realizací frikativy (*jejích mostů*) a v dalších případech jsme hlásky vyřazovali z důvodu jejich krácení či vypuštění, příp. z důvodu rušivého zvuku na pozadí nahrávky (přehled vyřazených hlásek viz Příloha č. 2). Vyřazené nahrávky českých studentů jsou přiloženy na CD v podsložce Č studenti vyřazené doklady ve složce Srovnání Č moderátorů a Č studentů.

4.3.3 Určování hranic měřených segmentů u českých studentů

Všechny vybrané frikativy českých studentů zkoumané v klauzurní práci se nalézaly v sekvenci *vokál + frikativa + konsonant*, výjimku tvořila pouze hláska [ɕ] ve slově „sníh“, která se nacházela před pauzou. Mezi zkoumanými hláskami byla tedy přítomná oblast přechodu, do jejíhož středu se hranice segmentů většinou umísťuje. Oblast přechodu v sekvenci *vokál + frikativa* obvykle obsahuje neúplnou formantovou strukturu a slabší šumovou složku. Ve výše uvedené klauzurní práci jsme měřili pouze spektrální momenty (nikoli trvání), a proto byly hranice umísťovány jiným způsobem, než jak je popsáno v oddíle 4.2.3. Hranice pro měření SM byla v klauzurní práci v případě potřeby (tj. pokud začátek frikativy obsahoval doznívání f_0) posunuta mimo skutečnou hranici frikativy (viz Obr. 9). V případě přechodu v sekvenci *frikativa + konsonant* (explozíva, afrikáta, nazála) byla hranice umístěna těsně před závěr následujícího konsonantu (viz Obr. 9), příp. za konec šumu frikativy (před nazálou). I zde byla každá hranice mezi segmenty byla posunuta do nejbližšího *přechodu nulou*.



Obr. 9: Hranice frikativy v sekvenci *vokál - frikativa - konsonant* pro účely měření spektrálních momentů v klauzurní práci (Sedláčková, 2008).

Hranice v nahrávkách českých moderátorů použitých v tomto doplňkovém srovnání byly pro tuto práci značeny podle postupu uvedeného v oddíle 4.2.3. Pro měření trvání byly

hranice v obou sadách nahrávek nesrovnatelné, a proto jsme moderátory se studenty porovnávali jen z hlediska spektrálních momentů.

4.3.4 Analýza spektrálních momentů

Jak jsme uvedli v oddíle 4.2.3, byly u českých studentů měřeny pouze spektrální momenty - spektrální těžiště (ST), směrodatnou odchylku spektra (SO), sešikmenost hodnot spektra (SEŠ) a špičatost hodnot spektra (ŠPI). Trvání nemohlo být v tomto materiálu spolehlivě změřeno z důvodu specifického umístění hranic popsaného v předchozím oddíle, a proto jsme použili skript pouze na analýzu spektrálních momentů. I v případě, že bychom se rozhodli hranice pro následné doměření trvání u studentů upravit způsobem použitým při značkování nahrávek moderátorů, nebyly by obě sady nahrávek dostatečně srovnatelné, protože narozdíl od různorodého materiálu moderátorů se u studentů vyskytovaly hlásky pouze ve třech variantách hláskového okolí [a:xp], [i:xm] a [i:x], z toho v poslední jmenované variantě se hláska nacházela navíc na úplném konci promluвовého úseku a její realizace byla tedy oproti ostatním položkám neúměrně dlouhá (tyto položky jsme pro srovnání německých a českých moderátorů do výběru vůbec nezahrnovali). Srovnání českých moderátorů a studentů na základě pouze spektrálních momentů je z těchto důvodů nutno považovat za doplňkové a jeho výsledky pouze za orientační.

Kompletní výsledky české frikativy [x] u moderátorů a studentů jsou uvedeny na příloženém CD v souborech Č moderátoři výsledky a Č studenti výsledky ve složce Srovnání Č moderátorů a Č studentů. Budeme se jim podrobně věnovat v kapitole 6.

5 SROVNÁNÍ ČESKÝCH A NĚMECKÝCH MODERÁTORŮ

V této kapitole shrneme výsledky měření spektrálních momentů a trvání frikativ [ç] a [x] u německých moderátorů a hlásky [x] u českých moderátorů. Nejprve podáme přehled výsledků srovnání uvedených německých hlásek v rámci německých mluvčích po vokálech [ɪ, ε, a, a:, ɔ, u:], poté přehled výsledků srovnání české hlásky [x] v rámci českých mluvčích po vokálech [ɪ, ε, a, a:, ɔ, u] a nakonec porovnáme české a německé hlásky ve srovnatelném hláskovém okolí mezi sebou (tedy např. [ɪç] s [ɪx] atd.).

5.1 Výsledky německých moderátorů

V Tab. 7 jsou uvedeny průměrné hodnoty a směrodatné odchylky trvání zkoumaných frikativ [ç] a [x] po jednotlivých vokálech [ɪ, ε, a, a:, ɔ, u:] (na obrázcích níže jako i, e, a, a:, o, u:). Hlásky v jednotlivých okolích jsou pro přehlednost v tabulkách (a následně i v grafických znázorněních) zastoupeny příslušnou barvou. Pro úplnost uvádíme i průměrné trvání vokálu před frikativou. Je zde také podán přehled průměrných hodnot a směrodatných odchylek všech spektrálních momentů. Tučně zvýrazněné jsou hodnoty trvání a spektrálního těžiště zkoumané frikativy, na jejichž základě budeme frikativy v rámci německých mluvčích porovnávat. V pravé části tabulky je uveden údaj o počtu dokladů pro příslušné hláskové okolí a také počet mluvčích, od kterých byly tyto doklady použity.

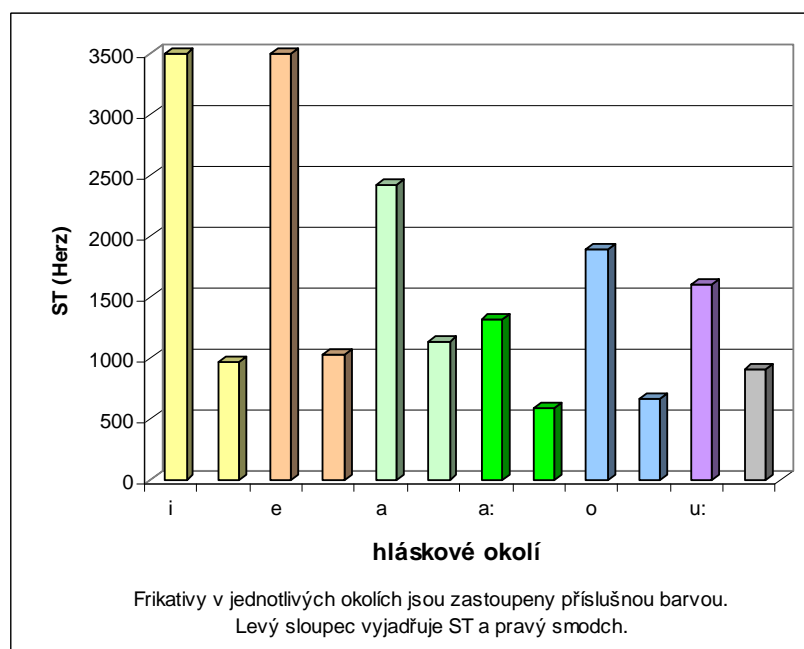
hláska		Ø trvání	Ø trvání před	Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI	Počet dokladů	
ɪç	průměr	79,97	53,83	3496	2811	1,30	3,17	celkem	20
	smodch	26,90	18,07	967	744	0,50	2,56	počet mluvčích	7
ɛç	průměr	88,51	67,41	3493	2534	0,90	2,16	celkem	20
	smodch	28,51	12,86	1026	422	0,70	2,80	počet mluvčích	7
ax	průměr	76,10	65,99	2420	2736	2,10	6,90	celkem	27
	smodch	22,40	14,45	1141	909	1,20	8,56	počet mluvčích	11
a:x	průměr	67,80	93,08	1323	2005	3,40	16,84	celkem	21
	smodch	24,20	19,41	599	621	1,50	14,49	počet mluvčích	15
ɔx	průměr	84,00	68,73	1893	2553	2,10	5,36	celkem	22
	smodch	25,50	15,52	672	686	0,70	3,78	počet mluvčích	15
u:x	průměr	66,40	81,85	1606	2363	3,20	12,95	celkem	15
	smodch	18,20	16,99	917	676	1,50	11,26	počet mluvčích	7
Průměrné trvání Ich-Lautu									84,24
Průměrné trvání Ach-Lautu									74,38
Průměrné ST Ich-Lautu									3495
Průměrné ST Ach-Lautu									1869

Tab. 7: Průměrné hodnoty trvání a ST u německých moderátorů.

Komentáře k výsledkům srovnání v rámci německých mluvčích uvádíme v následujících oddílech. Pro zjišťování statistické významnosti rozdílů jsme použili t-test. (souhrnné výsledky t-testů u německých moderátorů viz Tab. 8).

5.1.1 Srovnání ST německých frikativ po jednotlivých vokálech

Jak můžeme vidět na Obr. 10, hodnota ST hlásky [ç] po předních vokálech [ɪ, ɛ] je v našem materiálu téměř shodná (3496 a 3493 Hz) a odlišuje se tak od hlásky [x] po ostatních vokálech [a, a:, ɔ, u:], která má hodnoty ST mnohem níže (v rozmezí 1500-2500 Hz). Směrodatná odchylka je u Ich-Lautu také relativně nízká v obou okolicích (narozdíl od hodnot Ach-Lautu), což poukazuje na větší stabilitu této poziční varianty fonému /x/. Stejně tak tomu bylo u hodnot ST naměřených v práci Harringtona (Harrington, 2010), který na jejich základě taktéž jasně rozlišil Ich-Laut a Ach-Laut jako dvě koartikulační varianty fonému /x/ (viz oddíl 3.4.2). Rozdíl mezi Ich-Lautem a Ach-Lautem se v našem materiálu prokázal jako statisticky významný ve všech porovnávaných hláskových okolicích (viz Tab. 8).



Obr. 10: Zobrazení průměrných hodnot ST a směrodatných odchylek německých frikativ.

S výsledky Harringtona se dále shodujeme v jasném odlišení Ach-Lautu po [a] nejen od Ich-Lautu po předních vokálech [ɪ, ɛ], ale i od Ach-Lautu po všech ostatních vokálech [a, a:, ɔ, u]. Průměrná hodnota Ach-Lautu v sekvenci [ax] leží mezi hodnotami Ich-Lautu a Ach-Lautu, což naznačuje spojitost s artikulací předcházejícího vokálu na ose přední - zadní (čím více vpředu, tím vyšší ST). V rámci Ach-Lautu se frikativa v sekvenci [ax] nejvíce odlišuje od frikativy v sekvenci [a:x]; tento rozdíl bychom mohli spojovat s odlišnou artikulací frikativy po dlouhém vokále, kdy je frikativa realizována s otevřenější ústní dutinou resp. pokleslejší dolní čelistí a více vzadu, případně i s jistým stupněm labializace). Méně, avšak stále statisticky významně se odlišuje frikativa v sekvenci [ax] i od frikativy v sekvenci [u:x] ($p < 0,05$) a s okrajovou významností také po [ɔx] ($p < 0,10$). Tento rozdíl bychom mohli přičítat jednak již zmíněné zadnosti obou variant, jednak přítomností labializace u předcházejících vokálů v sekvencích [u:x, ɔx].

Poslední statisticky významný rozdíl se při srovnávání koartikulačních variant objevil u [x] po [a:], které se odlišovalo od [x] po [ɔ] ($p < 0,01$). Podle hodnot spektrálního těžiště můžeme tedy rozdělit koartikulační varianty fonému /x/ přibližně do 4 skupin - Ich-Laut po předních vokálech, Ach-Laut po krátkém středním „přednějším“ vokálu [a], Ach-Laut po

zadních vokálech [ɔ, u:] a Ach-Laut po dlouhém středním „zadnějším“ [a:] (řazeno od nejvyšší hodnoty ST). Toto rozdělení se podobá rozdílům zjištěným na základě ST a SO u Harringtona, kde však bylo [x] po [a, a:] pro nedostatek dokladů sloučeno do jedné skupiny [a:x].

Harrington ve svém výzkumu odlišil Ich-Laut a Ach-Laut, přičemž částečně vyčlenil [x] po [a:], které se svými hodnotami SO pohybovalo zhruba mezi Ich-Lautem a Ach-Lautem po [ɔ, u:]. „...there does indeed seem to be a very good separation between the tokens labelled as "C" and "x". Also, the relative positions according to context are roughly in accordance with the predictions, made earlier from the spectra (v naší práci viz Obr. 5): the dorsal fricatives following the front vowels [ɪ, ɛ] have a high first spectral moment; and [ɔ, o:, u:] have a higher second spectral moment than [ɪ, ɛ] with the open vowel [a:] falling roughly between the these vowel groups on this parameter.“ (cit. dle Harringtona, 2010). V našem materiálu se potvrdily zmíněné rozdíly výlučně na základě ST, kdežto u Harringtona navíc i na základě hodnot SO; tomuto tématu se věnujeme podrobněji v oddíle 5.1.2.

Srovnání ST - moderátoři N		
N x N	p	
ɪç - εç	0,991	p > 0,10
ɪç - ax	0,002	p < 0,01
ɪç - a:x	0,000	p < 0,01
ɪç - ɔx	0,000	p < 0,01
ɪç - u:x	0,000	p < 0,01
εç - ax	0,002	p < 0,01
εç - a:x	0,000	p < 0,01
εç - ɔx	0,000	p < 0,01
εç - u:x	0,000	p < 0,01
ax - a:x	0,000	p < 0,01
ax - ɔx	0,067	p < 0,10
ax - u:x	0,026	p < 0,05
a:x - ɔx	0,007	p < 0,01
a:x - u:x	0,284	p > 0,10
ɔx - u:x	0,292	p > 0,10

Tab. 8: Výsledky t-testů u srovnávání hlásek na základě ST v rámci německých moderátorů. Zeleně vyznačené jsou rozdíly statisticky významné na hranici p < 0,01, žlutě na hranici p <

0,05 a červené položky představují statisticky nevýznamný rozdíl ($p > 0,10$). Oranžově je vyznačena okrajová významnost $p < 0,10$.

Na základě elektropalatografie od sebe Harrington rozlišil ještě koartikulační varianty Ich-Lautu po [ɪ] a [ɛ], toto rozlišení se v našem materiálu na základě spektrálního těžiště neprokázalo. Nutno poznamenat, že Harrington měřil hodnoty těžiště elektropalatografu ST (COG) pouze u jednoho mluvčího.

V Harringtonově práci se dále objevuje tvrzení, že po středních nebo zadních nevysokých vokálech se foném /x/ vyslovuje často jako uvulární frikativa, např. [max], [lɔx]; *mach* / (u)dělej, *Loch* / díra (Harrington, 2010, cit. dle autorů Ambrazaitis a John 2004). Protože byl tento údaj převzat ze zmíněné práce, nebylo bohužel možné zjistit, zda se jedná o zjištění na základě elektropalatografie, spektrálních momentů, či jiného typu zkoumání.

Tato myšlenka by podpořila a zpřesnila Hálovu do té doby experimentálně nepodloženou tezi, že třecí šum hlásky [x] zní v němčině drsněji než v češtině (Hála 1975, s. 204). Také v našem materiálu bylo změřeno, že Ach-Lauty realizované po krátkých nevysokých vokálech, tedy v sekvencích [ax, ɔx] dosahují vyšších hodnot ST než Ach-Lauty po dlouhých vokálech, tedy v sekvencích [a : x, u : x]. V případě Ach-Lautu v sekvenci [ax] by tuto skutečnost v našem materiálu navíc podporovalo jeho odlišení nejen od Ich-Lautu, ale především také od ostatních postvokálních koartikulačních variant Ach-Lautu. U Ach-Lautu po zadním vokálu v sekvenci [ɔx] se ovšem na základě ST jeho odlišnost od sekvence [u:x] neprokázala (viz Tab. 8), navíc se v datech projevila jeho odlišnost od frikativy v sekvenci [ax], proto na základě našich výsledků nelze realizace Ach-Lautu po [a, ɔ] slučovat do jedné skupiny. Podle výsledků ST v našem materiálu by se tedy dalo předpokládat, že německý Ach-Laut především v sekvenci [ax] se skutečně vyslovuje jinak než ostatní postvokální koartikulační varianty fonému /x/.

5.1.2 Srovnání německých frikativ po jednotlivých vokálech na základě ST a SO

V tomto oddíle porovnáme výsledky koartikulačních variant fonému /x/ na základě prvního a druhého spektrálního momentu, tj. spektrálního těžiště a směrodatné odchylky spektra. V našich datech se prokázaly významné rozdíly v hodnotách ST, avšak výlučně na základě hodnot SO jsme schopni oddělit od ostatních variant pouze frikativu v sekvenci [a : x] (viz t-test v Tab. 9), podobně jako ji od Ich-Lautu a ostatních Ach-Lautů na základě SO vyčlenil i Harrington (viz oddíl 5.1.1). V našem materiálu měly všechny koartikulační varianty průměrné SO v podobném rozmezí (2000 - 3000 Hz), tzn. frekvence spektra se od průměrné frekvence ST velmi odchylovaly a byly rozprostřeny ve větším pásmu kolem ST. Pouze frikativa v sekvenci [a : x] měla tuto odchylku poměrně nízkou (2005 Hz), možná vlivem již uváděné větší otevřenosti dutiny ústní při přechodu z dlouhého vokálu).

Srovnání SO - moderátoři N		
N x N	p	
ɪç - εç	0,166	p > 0,10
ɪç - ax	0,768	p > 0,10
ɪç - a:x	0,001	p < 0,05
ɪç - ɔx	0,260	p > 0,10
ɪç - u:x	0,085	p < 0,10
εç - ax	0,372	p > 0,10
εç - a:x	0,004	p < 0,01
εç - ɔx	0,918	p > 0,10
εç - u:x	0,380	p > 0,10
ax - a:x	0,003	p < 0,01
ax - ɔx	0,449	p > 0,10
ax - u:x	0,183	p > 0,10
a:x - ɔx	0,011	p < 0,05
a:x - u:x	0,119	p > 0,10
ɔx - u:x	0,425	p > 0,10

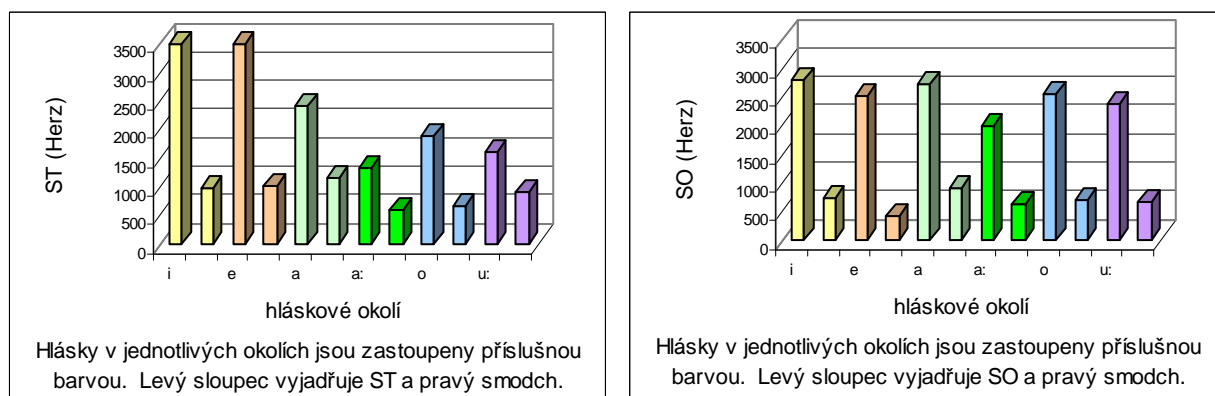
Tab. 9: Výsledky t-testů u srovnávání hlásek na základě SO v rámci německých moderátorů. Zeleně vyznačené jsou rozdíly statisticky významné na hranici $p < 0,01$, žlutě na hranici $p < 0,05$ a červené položky představují statisticky nevýznamný rozdíl ($p > 0,10$). Oranžově je vyznačena okrajová významnost $p < 0,10$.

Jak můžeme vidět v Tab. 10 a na Obr. 11, v hodnotách SO nejsou rozdíly mezi jednotlivými koartikulačními variantami tolik patrné jako v hodnotách ST. Na první pohled se od ostatních hlásek odlišuje pouze Ach-Laut v sekvenci [a : x], což taky prokázalo statistické

testování významnosti. Zajímavý je však rozdíl ve špičatosti spektra, kdy se hodnoty u Ich-Lautu pohybovaly maximálně do 3,17, kdežto u Ach-Lautu byly většinou výrazně nad touto hranicí (až 16,84). Koncentrace šumu v oblasti spektrálního těžiště je větší u Ach-Lautu a jeho spektrum je tedy špičatější.

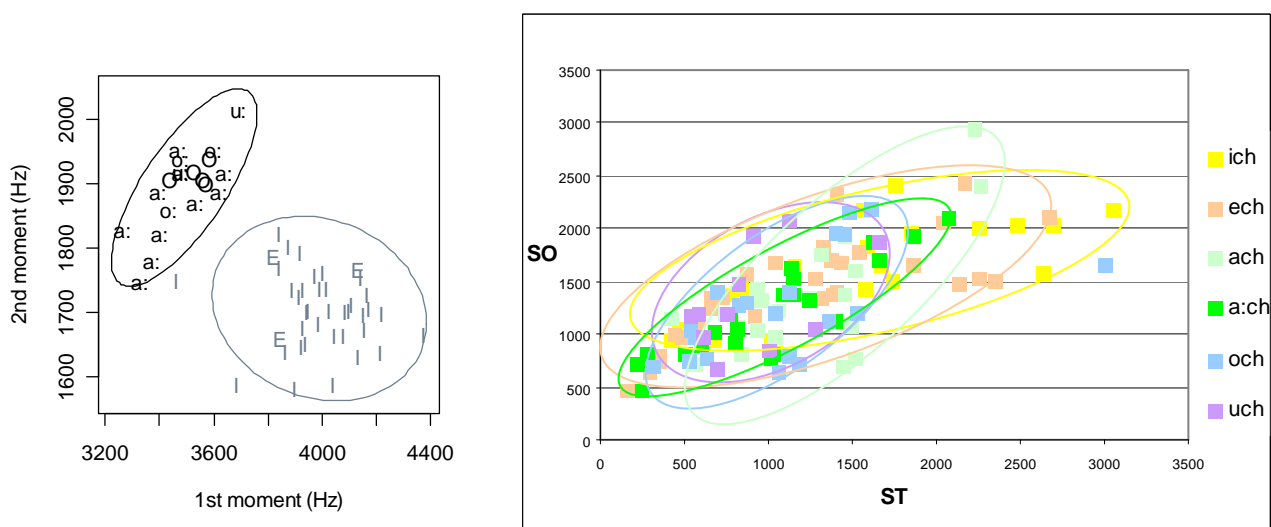
N moderátoři					
hláska		Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI
ɪç	průměr	3496	2811	1,30	3,17
	smodch	967	744	0,50	2,56
ɛç	průměr	3493	2534	0,90	2,16
	smodch	1026	422	0,70	2,80
ax	průměr	2420	2736	2,10	6,90
	smodch	1141	909	1,20	8,56
a:x	průměr	1323	2005	3,40	16,84
	smodch	599	621	1,50	14,49
ox	průměr	1893	2553	2,10	5,36
	smodch	672	686	0,70	3,78
u:x	průměr	1606	2363	3,20	12,95
	smodch	917	676	1,50	11,26

Tab. 10: Průměrné hodnoty všech SM a směrodatných odchylek německých frikativ.



Obr. 11: Zobrazení průměrných hodnot ST, SO a smodch německých frikativ.

Nyní se pokusíme rozlišit zkoumané hlásky na základě obou spektrálních momentů, jako to činí Harrington ve své práci (viz oddíl 3.4.2). Ve zkratce připomínáme, že podle jeho zjištění má (v datech pouze jednoho mluvčího) Ich-Laut vysoké hodnoty ST a nízké u SO a naopak Ach-Laut nízké hodnoty ST a vysoké u SO.



Obr. 12: Srovnání německých frikativ na základě ST a SO - Harringtonova data (vlevo) a naše data (vpravo).

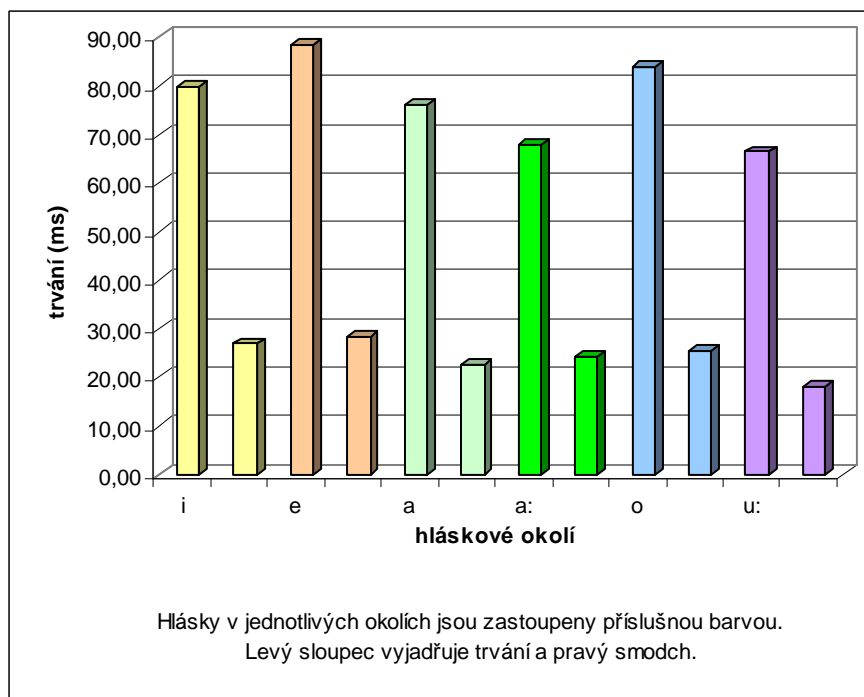
Na Obr. 12 vlevo prezentujeme znovu Harringtonovo zobrazení frikativ na základě ST a SO měřených v temporálním středu frikativy. Vpravo uvádíme přehled frikativ na základě hodnot ST a SO, naměřených v našem materiálu v téměř celém rozsahu hlásky (postup při měření SM viz oddíl 4.2.4). Na tomto obrázku můžeme pozorovat, že v našich datech se zkoumané frikativy odlišují spíše na základě ST než na základě SO a jejich hranice nejsou zdaleka tak ostré jako u Harringtonova vyobrazení. Dále se u Harringtona nevyskytuje vůbec Ach-Laut po krátkém vokálu [a], který v našich datech právě v nejvyšší míře zasahuje do oblasti Ich-Lautu. Hodnoty směrodatné odchylky spektra jsou v našich datech rozprostřeny přes větší frekvenční oblast (u nás 1000-4000 Hz, u Harringtona pouze 1700 - 2000 Hz). Tyto rozdíly mohou být způsobeny jiným postupem při měření SM a také menším rozsahem v Harringtonově materiálu a nakonec i několika odlišnostmi v jeho složení. Jak bylo již zmíněno výše, chyběly v jeho materiálu zcela doklady pro Ach-Laut v sekvenci [aX], k dispozici byl pouze jeden doklad pro Ach-Laut v sekvenci [u : x], pět v [o x] a tři pro Ich-Laut [ɛç], a v našem materiálu naopak nebylo měřeno [x] v sekvenci [o : x]). Rozhodně se však v našich datech nepotvrzuje teorie, že hodnoty směrodatné odchylky spektra by měly být u Ach-Lautu výše než u Ich-Lautu.

5.1.3 Srovnání temporálních vlastností německých frikativ po jednotlivých vokálech

Na Obr. 13 je zobrazeno trvání jednotlivých koartikulačních variant Ich-Lautu a Ach-Lautu. Připomínáme, že při zkoumání frikativ nebyla zohledňována pozice hlásky ve slabice, takže tyto výsledky uvádíme pro všechny pozice dohromady a považujeme je v rámci této práce spíše za orientační. Systematické rozlišení jednotlivých koartikulačních variant z hlediska pozice ve slabice spolu s ohledem na lokální artikulační tempo tak může představovat další směr případného podrobnějšího výzkumu temporálních vlastností frikativ. Jak můžeme pozorovat v Tab. 11, nejdelší trvání - nad 80 ms - měl Ich-Laut po [ɛ] a Ach-Laut po [ɔ], tedy po krátkých středových vokálech. V rozmezí 70 - 80 ms se nacházel Ich-Laut po krátkém [ɪ] a Ach-Laut po krátkém [a] a nejkratší realizace Ach-Lautu s trváním 60 - 70 ms se vyskytovaly po dlouhých vokálech [aː, uː] (temporální kompenzace viz níže v tomto oddíle).

N moderátoři		
hláska		Ø trvání
ɪç	průměr	79,97
	smodch	26,90
ɛç	průměr	88,51
	smodch	28,51
ax	průměr	76,10
	smodch	22,40
aːx	průměr	67,80
	smodch	24,20
ɔx	průměr	84,00
	smodch	25,50
uːx	průměr	66,40
	smodch	18,20

Tab. 11: Průměrné hodnoty trvání a směrodatných odchylek německých frikativ.



Obr. 13: Zobrazení průměrných hodnot trvání a směrodatných odchylek německých frikativ.

Statisticky významné rozdíly v trvání mezi koartikulačními variantami /x/ po krátkých a dlouhých vokálech se projevíly mezi [ɛç - a:x, u:x] a také mezi [ɔx - a:x, u:x], tedy mezi hláskami s trváním nad 80 ms a pod 70 ms (viz Tab.12).

Srovnání trvání - moderátoři N		
N x N		p
ɪç - ɛç	0,348	p > 0,10
ɪç - ax	0,598	p > 0,10
ɪç - a:x	0,146	p > 0,10
ɪç - ɔx	0,630	p > 0,10
ɪç - u:x	0,112	p > 0,10
ɛç - ax	0,108	p > 0,10
ɛç - a:x	0,019	p < 0,05
ɛç - ɔx	0,599	p > 0,10
ɛç - u:x	0,016	p < 0,05
ax - a:x	0,238	p > 0,10
ax - ɔx	0,262	p > 0,10
ax - u:x	0,171	p > 0,10
a:x - ɔx	0,043	p < 0,05
a:x - u:x	0,855	p > 0,10
ɔx - u:x	0,032	p < 0,05

Tab. 12: Výsledky t-testů u srovnávání hlásek na základě trvání v rámci německých moderátorů. Žlutě vyznačené jsou rozdíly statisticky významné na hranici $p < 0,05$ a červené položky představují statisticky nevýznamný rozdíl ($p > 0,10$).

Nalézáme v německém materiálu, přinejmenším v několika kontextech, tendenci k tzv. temporální kompenzaci, o které pojednává Machač ve své disertační práci o temporální a spektrální struktuře českých explozív (Machač, 2006). Jedná se o tendenci k časovému vyrovnání sekvence (v našem případě) *vokál + frikativa*, kde kratší / delší trvání jednoho segmentu má za následek delší / kratší trvání segmentu druhého. Tato tendence se potvrdila i v českém materiálu (podrobně viz podkapitola 5.2, oddíl 5.2.3). V následující tabulce uvádíme průměrné hodnoty trvání vokálů předcházejících frikativám společně s trváním frikativ.

hláska		Ø trvání předcházejícího vokálu	Ø trvání frikativy
ɪç	průměr	53,83	79,97
	smodch	18,07	26,90
ɛç	průměr	67,41	88,51
	smodch	12,86	28,51
ax	průměr	65,99	76,10
	smodch	14,45	22,40
a:x	průměr	93,08	67,80
	smodch	19,41	24,20
ox	průměr	68,73	84,00
	smodch	15,52	25,50
u:x	průměr	81,85	66,40
	smodch	16,99	18,20

Tab. 13: Průměrné hodnoty trvání a směrodatných odchylek německých frikativ a předcházejících vokálů.

Ve výše uvedené tabulce můžeme pozorovat náznaky temporálních kompenzací v následujících vztazích:

a) frikativy po fonologicky dlouhých vokálech mají kratší trvání než frikativy po fonologicky krátkých vokálech (/u:/ a /a:/ jsou výrazně delší než fonologicky krátké vokály /i, e, a, o/):

- /x/ po /a:/ je kratší než /x/ po všech 4 krátkých vokálech /i, e, a, o/, v případě /e/ a /o/ se navíc jedná o statisticky významný rozdíl,

- /x/ po /u:/ je kratší než /x/ po /i/, /e/, /a/, /o/; i zde se po /e/ a /o/ jedná o statisticky významný rozdíl.

Tendence k temporální kompenzaci se zde projevuje ve všech osmi vztazích, z toho ve čtyřech z nich se jedná o statisticky významný rozdíl.

b) /x/ po /u:/ a /a:/ mají podobné trvání (66 a 68 ms) i přesto, že /a:/ je přibližně o 11ms delší než /u:/.

V tomto případě tedy tendenci k temporální kompenzaci potvrdit nelze.

c) u frikativ po fonologicky krátkých vokálech se tendence k temporální kompenzaci příliš neprojevuje:

1. vztahy /x/ po středním vokálu vůči třem ostatním:

/x/ po středním /a/ má kratší trvání než /x/ po ostatních třech krátkých vokálech /i, e, o/, trvání vokálů /e, o, a/ je však velmi podobné (66 - 69 ms) a výrazně kratší je tedy pouze vokál /i/.

V tomto případě se potvrzuje tendence k temporální kompenzaci v 1 ze 3 vztahů.

2. vztah /x/ po vokálech přední řady:

/i/ má v našem materiálu kratší trvání než /e/ a stejně tak /x/ po /i/ je rovněž kratší než /x/ po /e/, jedná se zde tedy o opačnou tendenci.

3. vztah /x/ po vokálech zadní řady nelze určit, protože v materiálu nebylo měřeno /u/.

Ze 13 vztahů jich 9 podporuje tendenci ke konsonantické temporální kompenzaci. Připomínáme, že nebyla zohledňována pozice hlásky ve slabice ani lokální artikulační tempo, a proto je nutné považovat uvedené výsledky za orientační.

5.1.4 Shrnutí výsledků v rámci německých moderátorů

Na základě hodnot spektrálních momentů (především ST) byla v našem materiálu potvrzena odlišnost koartikulačních variant fonému /x/ - Ich-Lautu a Ach-Lautu. Navíc jsme zřetelně odlišili Ach-Laut po [a] od všech ostatních variant Ach-Lautu. Dále jsme podpořili Hálovu myšlenku o „drsnějším“ německém [x] nalezením podobné teze v Harringtonově práci, kde autor tvrdí, že [x] po středních nebo zadních nevysokých vokálech se nerealizuje jako velární frikativa, nýbrž jako uvulární frikativa. Toto tvrzení jsme podložili svými výsledky v hodnotách ST Ach-Lautu po [a] a částečně i po [ɔ] na materiálu německých moderátorů. S ohledem na temporální charakteristiku daných frikativ jsme podpořili

předpoklad o temporální kompenzaci mezi vokálem a frikativou po něm následující, a to v téměř všech (v 11 ze 13) kontextech zkoumaných v této práci.

5.2 Výsledky českých moderátorů

V Tab. 14 jsou uvedeny průměrné hodnoty a směrodatné odchylky trvání zkoumané české frikativy [x] po jednotlivých vokálech [ɪ, ɛ, a, a:, o, u] (na obrázcích níže jako i, e, a, a:, o, u). Pro úplnost opět uvádíme i průměrné trvání vokálu před frikativou. Hlávky v jednotlivých okolicích jsou pro přehlednost v tabulkách (a následně i v grafických znázorněních) zastoupeny příslušnou barvou a odpovídají barvám pro kontexty v němčině. Je zde také podán přehled průměrných hodnot a směrodatných odchylek všech spektrálních momentů. Tučně zvýrazněné jsou hodnoty trvání a spektrálního těžiště zkoumané frikativy, na jejichž základě budeme koartikulační varianty [x] v rámci českých mluvčích porovnávat. V pravé části tabulky je uveden údaj o počtu dokladů pro příslušné hláskové okolí a také počet mluvčích, od kterých byly tyto doklady použity.

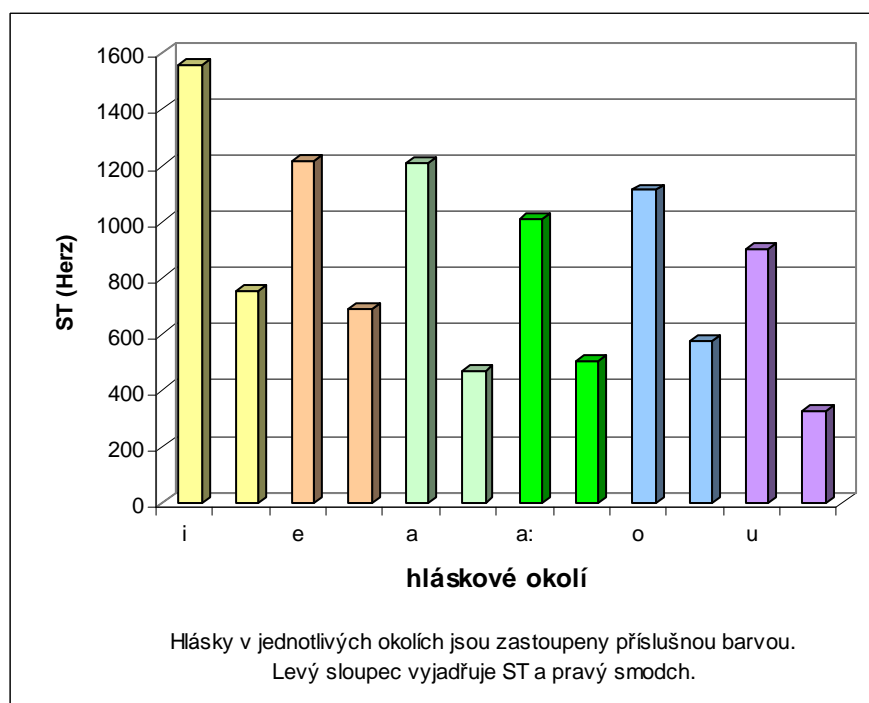
VÝSLEDKY ČESKÝCH MODERÁTORŮ									
hlávka		Ø trvání	Ø trvání před	Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI	Počet dokladů	
ɪx	průměr	80,6	55,8	1558	1604	1,8	6,2	celkem	20
	smodch	19,1	8,3	752	467	1,0	6,5	počet mluvčích	9
ɛx	průměr	71,0	61,1	1218	1446	2,6	15,3	celkem	29
	smodch	24,1	11,6	688	465	2,3	35,4	počet mluvčích	11
ax	průměr	79,8	64,0	1210	1345	2,8	14,9	celkem	20
	smodch	18,1	14,7	470	553	1,1	11,0	počet mluvčích	17
a:x	průměr	74,1	118,8	1011	1213	3,0	17,2	celkem	21
	smodch	25,7	20,1	503	439	1,6	19,8	počet mluvčích	7
ox	průměr	89,6	53,8	1114	1265	4,3	33,3	celkem	20
	smodch	18,6	12,7	573	488	2,1	32,0	počet mluvčích	12
ux	průměr	95,7	58,3	904	1316	4,0	26,5	celkem	11
	smodch	23,2	11,9	324	439	1,7	20,0	počet mluvčích	7
Celkem	průměr	79,9	69,3	1191	1373	3,0	18,1	celkem	121
	smodch	23,2	26,8	623	496	1,9	25,9	počet mluvčích	21

Tab. 14: Průměrné hodnoty trvání a SM u českých moderátorů.

Komentáře k výsledkům srovnání v rámci českých moderátorů uvádíme v následujících oddílech.

5.2.1 Srovnání ST české velární frikativy /x/ po jednotlivých vokálech

Na Obr. 14 je patrná tendence, že ST frikativy [x] je po předním vysokém vokálu [ɪ] nejvyšší a čím více vzadu je předcházející vokál umístěn na ose přední - zadní, tím více klesá ST frikativy po něm následující. Hláška [x] má po zadních vokálech nejnižší ST (s výjimkou [x] po [a:], kde je hodnota ST ještě níže než po [o]). Zajímavá je dále podobnost hodnot ST u [x] po vokálech [ɛ, a], která byla zjištěna do určité míry i u německého Ach-Lautu po [a], jenž se nejvíce ze všech koartikulačních variant Ach-Lautu blížil svými hodnotami ST (i SO) právě Ich-Lautu.



Obr. 14: Průměrné hodnoty ST a směrodatných odchylek české frikativy /x/.

Podle t-testů se u českých moderátorů odlišovalo na základě ST především [x] po [ɪ] od [x] po středních a zadních vokálech [a, a:, o, u] a okrajově významný rozdíl se projevil mezi [x] v sekvenci [ax] a [ux]. Koartikulační vliv vokálu na frikativu se zdá být na základě ST frikativy podmíněn umístěním vokálu na ose přední - střední - zadní, podobně jako tomu bylo v německých datech. Výrazně nízkou hodnotu ST frikativy v sekvenci [ux] bychom mohli přičítat také vysokému stupni zaokrouhlenosti předcházejícího vokálu.

Srovnání ST - moderátoři Č		
Č x Č	p	
ɪx - εx	0,116	p > 0,10
ɪx - ax	0,095	p < 0,10
ɪx - a:x	0,011	p < 0,05
ɪx - ɔx	0,047	p < 0,05
ɪx - ux	0,013	p < 0,05
εx - ax	0,965	p > 0,10
εx - a:x	0,257	p > 0,10
εx - ɔx	0,587	p > 0,10
εx - ux	0,165	p > 0,10
ax - a:x	0,210	p > 0,10
ax - ɔx	0,574	p > 0,10
ax - ux	0,073	p < 0,10
a:x - ɔx	0,555	p > 0,10
a:x - ux	0,541	p > 0,10
ɔx - ux	0,288	p > 0,10

Tab. 15: Výsledky t-testů u srovnávání hlásek na základě ST v rámci českých moderátorů. Žlutě vyznačené položky představují statisticky významný rozdíl na hranici $p < 0,05$ a červené položky statisticky nevýznamný rozdíl ($p > 0,10$). Oranžově je vyznačena okrajová významnost $p < 0,10$.

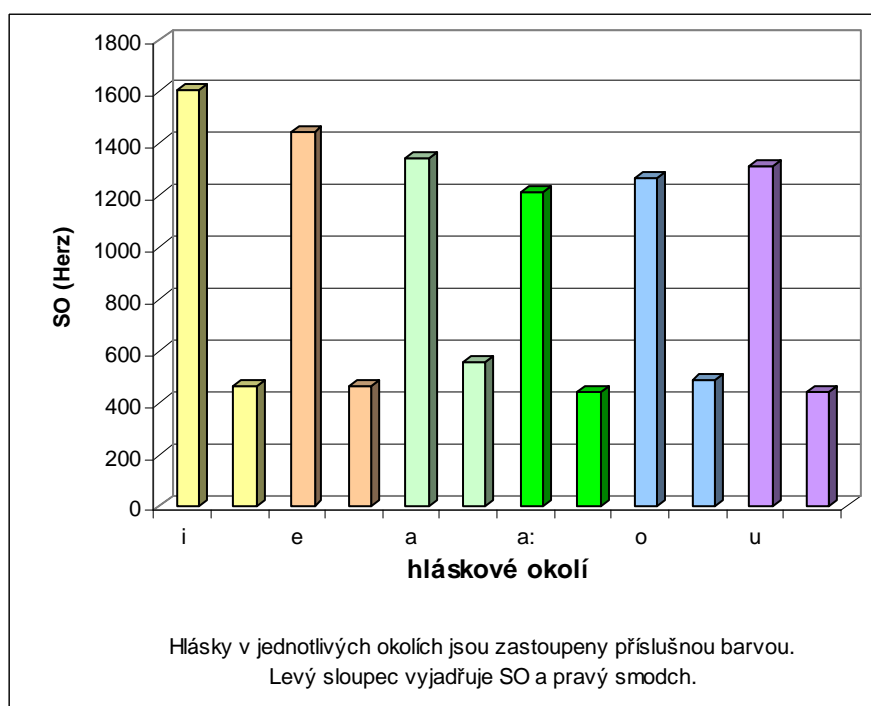
Hodnotě spektrálního těžiště hlásky [x] následující po [ɪ] (1558 Hz), naměřené v této práci, se podobá hodnotě lokusu 1,6 kHz zjištěné v práci Borovičkové a Maláče, po ostatních vokálech bylo v této práci naměřeno průměrné ST přibližně 1200 Hz a níže.

5.2.2 Srovnání SO české frikativy po jednotlivých vokálech

Výsledky směrodatné odchylky spektra uvádíme jen ve zkratce (viz Obr. 15), protože jsme u české frikativy neměli k dispozici žádný jiný zdroj dat ke srovnání, jako tomu bylo v případě německých hlásek. Hodnoty SO jsou u všech koartikulačních variant velmi podobné (viz Tab. 16 a Obr. 15), významně se odlišuje pouze frikativa v sekvenci [ɪx] od sekvence [ɔx, a:x] a okrajový rozdíl se projevil mezi sekvencemi [εx] a [a:x] (viz Tab. 16).

Č moderátoři					
hláska		Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI
ix	průměr	1558	1604	1,8	6,2
	smodch	752	467	1,0	6,5
ex	průměr	1218	1446	2,6	15,3
	smodch	688	465	2,3	35,4
ax	průměr	1210	1345	2,8	14,9
	smodch	470	553	1,1	11,0
a:x	průměr	1011	1213	3,0	17,2
	smodch	503	439	1,6	19,8
ox	průměr	1114	1265	4,3	33,3
	smodch	573	488	2,1	32,0
ux	průměr	904	1316	4,0	26,5
	smodch	324	439	1,7	20,0
Celkem	průměr	1191	1373	3,0	18,1
	smodch	623	496	1,9	25,9

Tab. 16: Průměrné hodnoty všech SM a směrodatných odchylek české frikativy /x/.



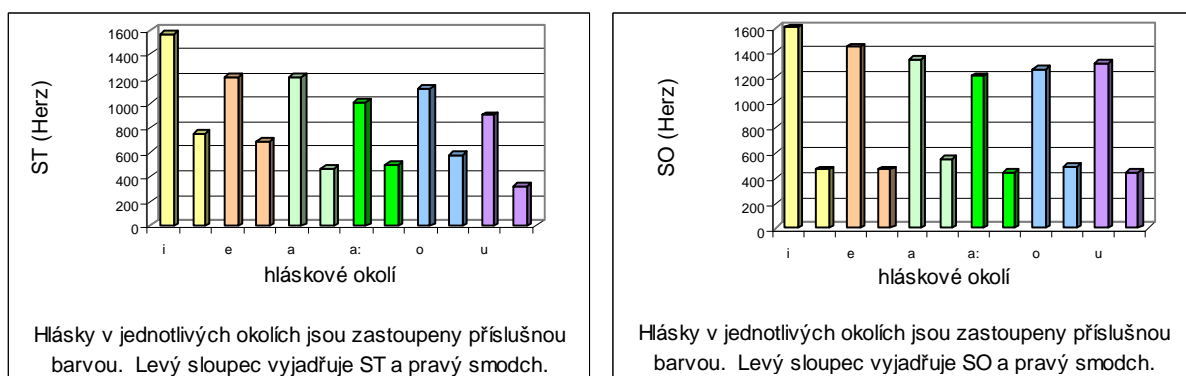
Obr. 15: Průměrné hodnoty SO a směrodatných odchylek české frikativy /x/.

Jak můžeme vidět na Obr. 15, v hodnotách SO nejsou rozdíly mezi jednotlivými koartikulačními variantami tak zřetelné jako v hodnotách ST. Na první pohled se od ostatních hlásek z hlediska směrodatné odchylky spektra odlišuje pouze [x] po [a:], což také prokázalo statistické testování významnosti. V českém materiálu měly všechny koartikulační varianty průměrné SO v podobném rozmezí (přibližně 1200 - 1600 Hz) a podobně jako v německém materiálu byly frekvence spektra rozprostřeny ve větším pásmu kolem ST. Také v češtině

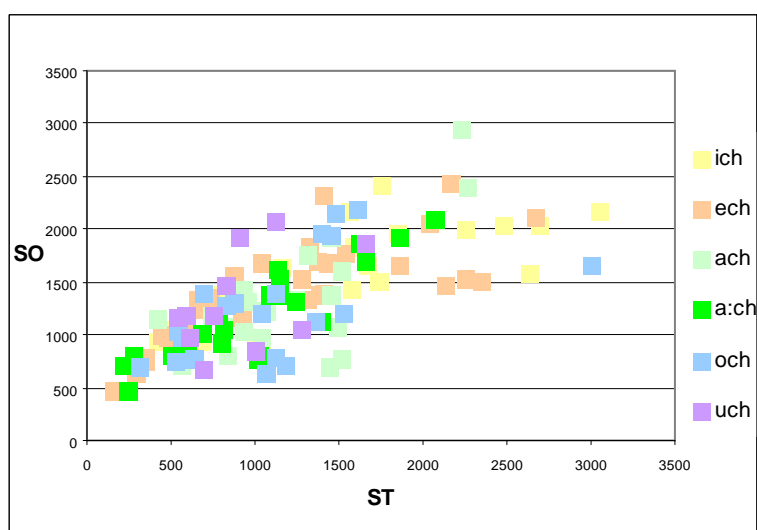
měla frikativa v sekvenci [a : x] tuto odchylku nejnižší ze všech (1213 Hz), možná z důvodu již zmiňované větší otevřenosti dutiny ústní při přechodu z dlouhého vokálu).

Srovnání SO - moderátoři Č		
Č x Č	p	
ix - a : x	0,010	p < 0,05
ix - o x	0,035	p < 0,05
εx - a : x	0,086	p < 0,10

Tab. 17: Výsledky t-testů u srovnávání hlásek na základě SO v rámci českých moderátorů. Žlutě jsou vyznačeny rozdíly na hranici statistické významnosti $p < 0,05$, oranžově okrajová významnost ($p < 0,10$).



Obr. 16: Průměrné hodnoty ST, SO a směrodatných odchylek české frikativy /x/.



Obr. 17: Zobrazení realizací české frikativy /x/ na základě hodnot ST a SO.

Pro úplnost uvádíme také zde znázornění všech realizací české hlásky na základě obou spektrálních momentů. (viz Obr. 17), na kterém je dostatečně zřejmé, že se mírně vyčleňuje pouze [x] po [ɪ], jinak mají všechny hlásky hodnoty ST a SO zhruba v podobném rozmezí.

Co se týká ostatních spektrálních momentů, můžeme pozorovat postupné zvyšování hodnoty sešikmenosti spektra v závislosti na míře zadnosti předcházejícího vokálu (1,8 u [x] v sekvenci [ɪx] až 4,0 v sekvenci [ux], tj. čím více je vokál umístěn vzadu na ose přední - zadní, tím více vpravo od ST (ve vyšších frekvencích) jsou u frikativy hodnoty spektra umístěny (pravé křídlo distribučního křídla je těžší).

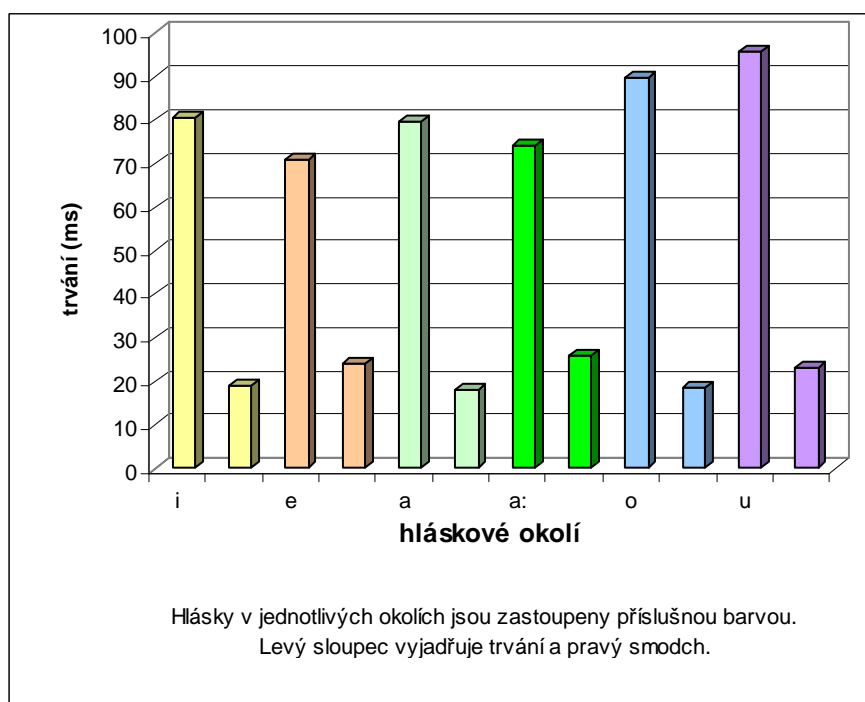
Poslední spektrální moment - špičatost spektra - neposkytl žádné systematické rozlišení koartikulačních variant v podobném smyslu jako sešikmenost, za zmínku stojí pouze výrazně plošší spektrum [x] v sekvenci [ɪx] (6,2). V ostatních kontextech mělo mnohem vyšší hodnoty (až 33,3), tj. koncentrace šumu kolem ST byla mnohem větší.

5.2.3 Srovnání temporálních vlastností české frikativy po jednotlivých vokálech

Na Obr. 18 je zobrazeno trvání jednotlivých koartikulačních variant české frikativy [x]. Nejdelší trvání - v blízkosti hranice 90 ms - mělo [x] po zadních vokálech [o, u], kolem 80 ms po [ɪ, a] a nejkratší byly frikativy po [aː, ɛ] (74 a 71ms).

Č moderátoři		
hláska		Ø trvání
ɪx	průměr	80,6
	smodch	19,1
ɛx	průměr	71,0
	smodch	24,1
ax	průměr	79,8
	smodch	18,1
aːx	průměr	74,1
	smodch	25,7
ox	průměr	89,6
	smodch	18,6
ux	průměr	95,7
	smodch	23,2

Tab. 18: Průměrné hodnoty trvání a směrodatných odchylek české frikativy /x/



Obr. 18: Zobrazení průměrných hodnot trvání a směrodatných odchylek české frikativy.

Rozdíly mezi nejkratšími koartikulačními variantami zkoumané frikativy po vokálech [a : , ε] a nejdelšími po vokálech [o , u] byly potvrzeny jako statisticky významné (viz Tab. 19). S okrajovou významností se odlišovalo [x] v sekvenci [ux] od sekvencí po [ix , ax].

Srovnání trvání - moderátoři Č		
Č x Č		p
ix - εx	0,155	p > 0,05
ix - ax	0,902	p > 0,05
ix - a:x	0,381	p > 0,05
ix - ox	0,145	p > 0,05
ix - ux	0,070	p < 0,10
εx - ax	0,182	p > 0,05
εx - a:x	0,673	p > 0,05
εx - ox	0,006	p < 0,01
εx - ux	0,007	p < 0,01
ax - a:x	0,430	p > 0,05
ax - ox	0,107	p > 0,05
ax - ux	0,051	p < 0,10
a:x - ox	0,037	p < 0,05
a:x - ux	0,032	p < 0,05
ox - ux	0,453	p > 0,05

Tab. 19: Výsledky t-testů u srovnávání hlásky [x] na základě trvání v rámci českých

moderátorů. Zeleně vyznačené jsou rozdíly významné na hranici $p < 0,01$, žlutě na hranici $p < 0,05$ a oranžově je vyznačena okrajová významnost $p < 0,10$. Červeně vyznačené položky představují statisticky nevýznamný, tj. náhodný rozdíl ($p > 0,05$).

Také v českém materiálu byly realizace [x] po dlouhém vokálu [a:] kratší než [x] po všech ostatních krátkých vokálech (s výjimkou po [ɛ]), z toho ve dvou sekvencích ([ox], [ux]) se jednalo o statisticky významný rozdíl. Tyto výsledky ukazují i v češtině alespoň částečnou tendenci k tzv. temporální kompenzaci, kterou naznačují hodnoty také u Ach-Lautu u německých moderátorů (viz oddíl 5.1.3)

hláska		Ø trvání předcházejícího vokálu	Ø trvání frikativy
ix	průměr	55,8	80,6
	smodch	8,3	19,1
ɛx	průměr	61,1	71,0
	smodch	11,6	24,1
ax	průměr	64,0	79,8
	smodch	14,7	18,1
a:x	průměr	118,8	74,1
	smodch	20,1	25,7
ox	průměr	53,8	89,6
	smodch	12,7	18,6
ux	průměr	58,3	95,7
	smodch	11,9	23,2

Tab. 20: Průměrné hodnoty trvání a směrodatných odchylek českých frikativ a předcházejících vokálů.

Tendenci k temporální kompenzaci vyjadřují následující vztahy:

- frikativa po fonologicky dlouhém vokálu má kratší trvání než frikativy po fonologicky krátkých vokálech: /x/ po /a:/ je kratší než /x/ po 4 krátkých vokálech /i, a, o, u/, v případě /o/ a /u/ se navíc jedná o statisticky významný rozdíl,
- mezi sekvencemi po předních vokálech: /x/ po kratším /i/ je delší než /x/ po delším /e/,
- /x/ po středním, delším /a/ je kratší než /x/ po zadních, kratších /o/ a /u/ (v případě rozdílu /x/ po /a/ a /u/ se jedná o statisticky okrajově významný rozdíl).

Celkem se tedy potvrzuje tendence k temporální kompenzaci v 7 vztazích.

Proti tendenci k temporální kompenzaci hovoří následující vztahy:

- a) mezi sekvencemi po zadních vokálech: /x/ po delším /u/ je delší než /x/ po kratším /o/,
- b) /x/ po /a/ je delší než /x/ po kratším /e/ a má podobné trvání jako /x/ po ještě kratším /i/,
- c) /x/ po /a:/ je delší než /x/ po kratším /e/.

Z 11 vztahů jich 7 podporuje tendenci ke konsonantické temporální kompenzaci a 4 nikoli. Připomínáme, že nebyly brány v úvahu segmentální ani suprasegmentální kontexty a artikulační tempo, proto uváděné výsledky považujeme spíše za orientační.

5.2.4 Shrnutí výsledků v rámci českých moderátorů

Na základě změřených spektrálních momentů (především ST) byla v našem materiálu potvrzena odlišnost koartikulačních variant velární frikativy [x] v sekvenci [ɪx] od [x] po středních a zadních vokálech [a, a:, ɔ, u]. Na základě zjištěných výsledků ST můžeme soudit, že koartikulační vliv vokálu na následující frikativu je určován především umístěním vokálu na ose přední - střední - zadní, podobně jako se odlišovaly koartikulační varianty /x/ i v němčině. Čím více je vokál zadní, tím více vzadu se při artikulaci frikativy zadní část hřbetu jazyka přibližuje k přechodu mezi tvrdým a měkkým patrem. Při měření temporálních charakteristik české frikativy jsme našli další doklad pro temporální kompenzaci mezi vokálem a frikativou po něm následující, i když v tomto případě jsme po dlouhých vokálech měřili pouze [x] (po [a:]). V kapitole 6 budeme temporální kompenzaci dodatečně ověřovat ještě pro [x] (po [i:]), kde byly hodnoty SM a trvání pro tento kontext doměřeny za účelem srovnání českých moderátorů a studentů.

5.3 Srovnání koartikulačních variant fonému /x/ u německých a českých moderátorů ve srovnatelných hláskových okolích

5.3.1 Výsledky ST Ich-Lautu a Ach-Lautu a české frikativy [x] po jednotlivých vokálech

V Tab. 21 podáváme souhrnný přehled průměrných hodnot a směrodatných odchylek spektrálních momentů frikativ ve všech kontextech podle předchozího vokálu u německých a českých moderátorů.

N moderátoři						Č moderátoři					
hláska		Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI	hláska		Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI
ɪç	průměr	3496	2811	1,30	3,17	ɪx	průměr	1558	1604	1,8	6,2
	smodch	967	744	0,50	2,56		smodch	752	467	1,0	6,5
ɛç	průměr	3493	2534	0,90	2,16	ɛx	průměr	1218	1446	2,6	15,3
	smodch	1026	422	0,70	2,80		smodch	688	465	2,3	35,4
ax	průměr	2420	2736	2,10	6,90	ax	průměr	1210	1345	2,8	14,9
	smodch	1141	909	1,20	8,56		smodch	470	553	1,1	11,0
a:x	průměr	1323	2005	3,40	16,84	a:x	průměr	1011	1213	3,0	17,2
	smodch	599	621	1,50	14,49		smodch	503	439	1,6	19,8
ox	průměr	1893	2553	2,10	5,36	ox	průměr	1114	1265	4,3	33,3
	smodch	672	686	0,70	3,78		smodch	573	488	2,1	32,0
u:x	průměr	1606	2363	3,20	12,95	ux	průměr	904	1316	4,0	26,5
	smodch	917	676	1,50	11,26		smodch	324	439	1,7	20,0

Tab. 21: Průměrné hodnoty SM u německých a českých koartikulačních variant fonému /x/

Německá palatální frikativa má následkem jiného místa artikulace hodnoty spektrálního těžiště (3490 a 3500 Hz) vysoko nad hodnotami velární frikativy v obou jazycích. Průměrné hodnoty ST velární frikativy se v češtině pohybují v nižším pásmu (900 po /u/ - 1560 Hz po /i/) než u německé velární frikativy (1320 po /a:/ - 2420 Hz po /a/). Pokud bychom však vyčlenili Ach-Laut v sekvenci [ax], který má průměrné ST mnohem výše než ostatní koartikulační varianty frikativy, snížilo by se toto pásmo německé velární frikativy pouze na 1320 - 1890 Hz, tj. o 300-400 Hz níže než pásmo české velární frikativy.

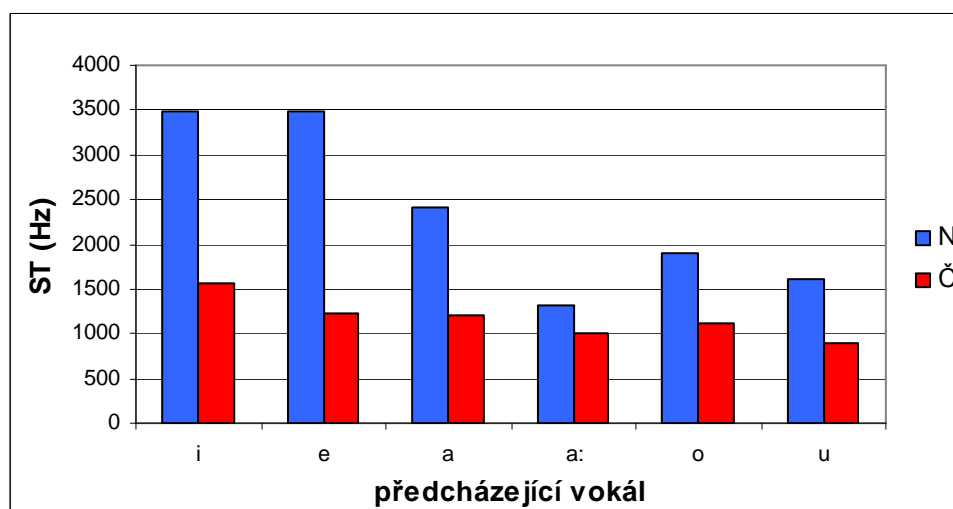
Zajímavý je právě rozdíl mezi hodnotou ST v sekvenci [ax] v češtině a v němčině, kde má německá velární hláska tuto hodnotu dvakrát vyšší. V němčině dále existuje výrazný rozdíl mezi hláskou [x] v sekvencích [ax] a [a:x] (2420 a 1323 Hz), tento rozdíl však v takové míře v češtině nenalézáme. Můžeme to přisuzovat již zmiňované odlišnosti v artikulaci, kdy se německá hláska [x] v důsledku odlišného místa artikulace přednějšího a zadnějšího /a/ v sekvenci [ax] vyslovuje s největší pravděpodobností více jako uvulární frikativa (Harrington, 2010), následkem čehož také vzniká již zmiňovaná „drsnost“ v percepci této hlásky.

V hodnotách sešikmenosti spektra jsme nenalezli žádné výrazné rozdíly v obou jazycích. České koartikulační varianty frikativy mají s výjimkou v sekvenci [a:x] průměrné hodnoty sešikmenosti mírně vyšší, tj. hodnoty spektra české frikativy jsou umístěny více

vpravo od ST než u německé frikativy (ve vyšších frekvencích). U posledního spektrálního momentu - špičatosti spektra - byly také české průměrné hodnoty výrazně výše než německé (výjimkou opět byla frikativa v sekvenci [a:x], kde byly hodnoty velmi podobné). Koncentrace šumu frikativy kolem jejího spektrálního těžiště je v češtině ve většině kontextech mnohem větší než v němčině.

Na základě tohoto srovnání SM bychom mohli soudit, že artikulace jednotlivých koartikulačních variant se v němčině a v češtině pravděpodobně odlišuje, nejméně však u frikativy v sekvenci [a:x], která má hodnoty všech spektrálních momentů v obou jazycích velmi podobné a rozdíl mezi těmito hláskami byl statisticky prokázán pouze jako okrajově významný (viz níže).

Dále se budeme zabývat pouze hodnotami spektrálního těžiště (zobrazeny na Obr. 19), na základě kterých jsme prováděli jednotlivá srovnání.



Obr. 19: Zobrazení průměrných hodnot ST u německých (modré zabarvení) a českých (červené zabarvení) koartikulačních variant fonému /x/.

Jak je vidět na tomto grafickém znázornění, všechny německé koartikulační varianty fonému /x/ mají vyšší hodnoty spektrálního těžiště než jejich české protějšky ve srovnatelném hláskovém okolí a všechny rozdíly mezi průměrnými německými a českými výsledky byly (s výjimkou jednoho okrajově významného rozdílu) potvrzeny jako statisticky velmi významné. Okrajově významný byl pouze zjištěn pouze mezi německým a českým [x] po [a:] (viz Tab.

22). Je možné, že i české [x] v sekvenci [ax] je přednější než v sekvenci [a:x] jako v němčině, protože má v obou jazycích hodnoty ST výše.

Srovnání ST - moderátoři N x Č		
N x Č	p	
ɪç - ɪx	0,000	p < 0,01
εç - εx	0,000	p < 0,01
ax - ax	0,000	p < 0,01
a:x - a:x	0,082	p < 0,10
ɔx - ɔx	0,000	p < 0,01
u: - ux	0,028	p < 0,05

Tab. 22: Výsledky t-testů u srovnání německých frikativ a české frikativy na základě ST. Zeleně vyznačené jsou rozdíly statisticky významné na hranici $p < 0,01$, žlutě na hranici $p < 0,05$ a oranžově je vyznačena okrajová významnost ($p < 0,10$).

Znovu se tedy ukazuje, že na základě spektrálního těžiště se odlišuje nejen německý palatální Ich-Laut od české velární frikativy ve srovnatelném kontextu [ɪ, ε], ale i německý Ach-Laut od svého českého protějšku ve všech kontextech srovnatelných v obou jazycích, s výjimkou pouze okrajové odlišnosti po dlouhém [a:]. V důsledku tohoto srovnání můžeme konstatovat, že s v našem materiálu v případě německého Ach-Lautu jedná o frikativu s odlišným místem realizace než u české frikativy [x].

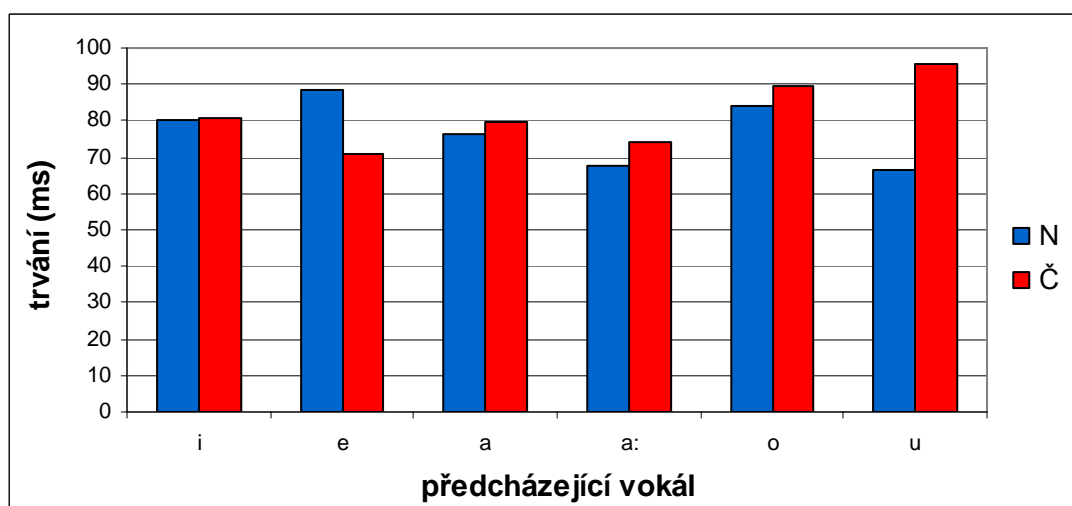
5.3.4 Výsledky trvání Ich-Lautu a Ach-Lautu a české frikativy [x] po jednotlivých vokálech

Z hlediska temporálních vlastností zkoumaných frikativ nebyla odlišnost německých hlásek od české hlásky potvrzena zdaleka v takové míře jako u spektrálních momentů. Připomínáme, že nebyly brány v úvahu segmentální ani suprasegmentální kontexty a artikulační tempo, proto uváděné výsledky považujeme spíše za orientační.

Srovnání trvání - Č x M moderátoři					
N moderátoři			Č moderátoři		
hláska		Ø trvání	hláska		Ø trvání
ɪç	průměr	79,97	ɪx	průměr	80,6
	smodch	26,90		smodch	19,1
ɛç	průměr	88,51	ɛx	průměr	71,0
	smodch	28,51		smodch	24,1
ax	průměr	76,10	ax	průměr	79,8
	smodch	22,40		smodch	18,1
a:x	průměr	67,80	a:x	průměr	74,1
	smodch	24,20		smodch	25,7
ox	průměr	84,00	ox	průměr	89,6
	smodch	25,50		smodch	18,6
u:x	průměr	66,40	ux	průměr	95,7
	smodch	18,20		smodch	23,2
Celkem	průměr	77,50	Celkem	průměr	79,9
	smodch	25,80		smodch	23,2

Tab. 23: Průměrné výsledky trvání u německých a českých koartikulačních variant fonému /x/

Na Obr. 20 je vidět, že rozdíly v trvání hlásek v obou jazycích nejsou v žádném případě tak markantní jako u SM. Hlásky se odlišovaly pouze ve dvou ze šesti zkoumaných kontextech. Jako statisticky velmi významný se potvrdil rozdíl v trvání [x] po [u:], resp. [u] (viz Tab. 24), avšak zde připomínáme, že bylo pro nedostatek dokladů porovnáváno [x] v kontextu po [u:] v němčině s kontextem po [u] v češtině. Rozdílné trvání frikativy po dlouhém a krátkém vokálu (i když v různých jazycích) bychom si mohli vysvětlovat např. temporální kompenzací, která se projevila již ve srovnání v rámci německých i českých moderátorů. Dále se v délce trvání frikativy významně odlišuje německý Ich-Laut (právě díky palatálnosti této německé poziční varianty) od české hlásky [x] v kontextu po [ɛ].



Obr. 20: Zobrazení průměrných hodnot trvání u německých (modré zabarvení) a českých (červené zabarvení) koartikulačních variant fonému /x/.

Srovnání trvání - moderátoři N x Č		
N x Č		p
ɪç - ɪx	0,939	p > 0,10
εç - εx	0,028	p < 0,05
ax - ax	0,551	p > 0,10
a:x - a:x	0,431	p > 0,10
ox - ox	0,431	p > 0,10
u:x - ux	0,002	p < 0,01

Tab. 24: Výsledky t-testů u srovnání německých frikativ a české frikativy na základě ST. Zeleně vyznačené jsou rozdíly statisticky významné na hranici $p < 0,01$, žlutě na hranici $p < 0,05$ a červené položky představují statisticky nevýznamný rozdíl ($p > 0,10$).

Rozdíly v trvání německých frikativ a české frikativy zjištěné u dvou ze šesti zkoumaných kontextů můžeme považovat spíše za náhodný jev, způsobený např. různými hláskami následujícími po frikativě či její pozicí ve slabice.

5.3.5 Shrnutí srovnání koartikulačních variant fonému /x/ u německých a českých moderátorů ve srovnatelných hláskových okolích

V tomto srovnání bylo pomocí analýzy spektrálních momentů zjištěno, že česká frikativa [x] má mnohem nižší hodnoty ST než obě německé poziční varianty fonému /x/ -

Ich-Laut a Ach-Laut, z čehož vyvozujeme závěr, že se obě německé varianty vyslovují jinak než koartikulační varianty v češtině ve srovnatelných hláskových okolích.

6 SROVNÁNÍ ČESKÝCH MODERÁTORŮ A STUDENTŮ

V této kapitole shrneme výsledky dodatečného srovnání českého [x] po [i : , a :] mezi českými moderátory a českými studenty germanistiky. U studentů sloužily jako podklad pro srovnání výsledky spektrálních momentů naměřených v klauzurní práci. Trvání frikativ nebylo v klauzurní práci měřeno a rozhodli jsme se jej tedy u studentů neměřit ani dodatečně pro účely této práce z důvodů popsanych v oddíle 4.2.3. Proto je porovnání [x] po [i : , a :] u českých moderátorů a studentů prováděno pouze na základě spektrálních momentů, především pak spektrálního těžiště.

6.1 Výsledky SM [x] po [i : , a :] u českých moderátorů a studentů

hláska		Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI	Počet dokladů	
i : x	průměr	1376	1373	3,9	79,0	celkem	29
	smodch	1210	795	5,4	226,9	počet mluvčích	8
a : x	průměr	1011	1213	3,4	16,8	celkem	21
	smodch	492	429	1,5	14,5	počet mluvčích	7
průměr		1223	1306	3,5	53,0	celkem	50
smodch		994	673	4,3	175,9	počet mluvčích	8

Tab. 25: Průměrné hodnoty trvání koartikulačních variant fonému /x/ u českých moderátorů.

hláska		Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI	Počet dokladů	
i : x	průměr	2586	1919	1,5	4,8	celkem	86
	smodch	871	408	0,9	5,1	počet mluvčích	45
a : x	průměr	1500	1252	3,9	25,1	celkem	43
	smodch	269	369	1,2	16,1	počet mluvčích	43
průměr		2171	1626	2,6	11,9	celkem	129
smodch		914	587	2,8	14,3	počet mluvčích	45

Tab. 26: Průměrné hodnoty trvání koartikulačních variant fonému /x/ u českých studentů.

V tabulkách výše můžeme pozorovat zřetelný rozdíl mezi hodnotami spektrálního těžiště hlásky [x] u moderátorů a u studentů. Spektrální těžiště frikativy mělo u studentů v sekvenci [a:x] přibližně o polovinu vyšší hodnotu než u moderátorů. V sekvenci [i:x] mělo

ST dokonce téměř dvakrát vyšší hodnotu. Oba rozdíly byly prokázány jako statisticky velmi významné (viz Tab. 27).

Srovnání ST - moderátoři Č x studenti Č		
Č x Č	p	
i : x - i : x	0,000	p < 0,01
a : x - a : x	0,000	p < 0,01

Tab. 27: Výsledky t-testů u srovnání české frikativy /x/ na základě ST u studentů a moderátorů.

Domníváme se, že tyto rozdíly byly s největší pravděpodobností způsobeny jiným typem materiálu u českých studentů, kde se v textu velární frikativa [x] vyskytovala pouze ve třech typech hláskového okolí - [i:xm] (*jejích mostů*), [i:x-] (*ležel sněh*) před pauzou a v sekvenci [a:xp] (*na hlavách Prahy*), a tak mohl koartikulační vliv následující hlásky či právě ona pauza zapříčinit nepřesnosti ve výsledcích spektrálních momentů. U moderátorů se v okolí za frikativou vyskytovalo mnoho různých konsonantů i vokálů (viz soubor Č moderátoři výsledky na přiloženém CD ve složce Srovnání Č moderátorů a Č studentů).

Počet dokladů a zároveň i mluvčích byl u moderátorů nižší než u studentů (viz Tab. 25 a 26), proto jsme pro každý kontext spočetli průměrné hodnoty každého z moderátorů (viz soubor Č moderátoři výsledky 2 ve výše uvedené složce na přiloženém CD), avšak nebyla zjištěna výrazně odlišná výslovnost u žádného z nich.

Dále jsme si všimli velmi vysoké hodnoty špičatosti spektra a směrodatné odchylky frikativy u moderátorů v sekvenci [i:x]. Po zpětném prozkoumání materiálu jsme zjistili, že průměrná hodnota ŠPI byla ovlivněna především těmito okrajovými položkami od dvou mluvčích (průměr ŠPI klesl při vyřazení těchto položek ze 79,0 na 22,6):

kontext	hláska před	hláska za	Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI
MS kterých se měla dopustit	i :	s	177,4	124,1	22,1	1055,4
UL čtvrtinu letošních čtrnáctých platů	i :	p	169,2	216,6	21,2	715,2

Tab. 28: Příklad položek s naměřenými okrajovými hodnotami SM.

Obě výše uvedené položky měly velmi krátké trvání (37 a 29ms) a navíc mohly být jejich hodnoty SM ovlivněny poměrně dlouhým dozníváním základního tónu na začátku frikativy (více než 6 ms).

Dále jsme při podrobnějším zkoumání výsledků našli několik podobných sporných položek, které měly velmi nízké hodnoty ST (v rozmezí 100 - 300 Hz) a rozhodli jsme se opakovaně provést analýzu spektrálních momentů všech koartikulačních variant frikativy u českých moderátorů, tentokrát však s posunem začátku měření pásma 16 ms od levé hranice frikativy. Domníváme se, že zde mohlo být měření SM ovlivněno dozníváním základního tónu, které přesahovalo délku původně nastaveného posunu 6 ms. Zde uvádíme hodnoty výše uvedených sporných položek v druhém měření:

kontext	hláska před	hláska za	Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI
MS kterých se měla dopustit	i :	s	2112,1	2172,3	0,7	-0,5
UL čtvrtinu letošních čtrnáctých platů	i :	p	937,5	1537,6	4,4	27,6

Tab. 29: Hodnoty SM sporných položek v druhém měření.

Souhrnné výsledky porovnání prvního a druhého měření společně s původními výsledky studentů prezentujeme pak v následující tabulce (Tab. 30).

HLÁSKA		MODERÁTOŘI 1. měření				MODERÁTOŘI 2. měření				STUDENTI			
		Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI	Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI	Ø ST	Ø SO	Ø SEŠ	Ø ŠPI
i : x	průměr	1376	1373	3,9	79,0	1941	1652	1,5	6,4	2586	1919	1,5	4,8
	smodch	1210	795	5,4	226,9	1178	464	1,7	11,1	871	408	0,9	5,1
ɪ x	průměr	1558	1604	1,8	6,2	1813	1625	1,6	5,6				
	smodch	752	467	1,0	6,5	842	456	1,0	7,5				
ɛ x	průměr	1218	1446	2,6	15,3	1534	1594	1,9	8,6				
	smodch	688	465	2,3	35,4	751	447	1,8	24,9				
a x	průměr	1210	1345	2,8	14,9	1530	1443	2,6	13,1				
	smodch	470	553	1,1	11,0	524	617	1,3	12,0				
a : x	průměr	1011	1213	3,0	17,2	1163	1236	2,9	15,2	1500	1252	3,9	25,1
	smodch	503	439	1,6	19,8	503	395	1,3	14,9	269	369	1,2	16,1
o x	průměr	1114	1265	4,3	33,3	1370	1381	3,7	22,5				
	smodch	573	488	2,1	32,0	517	512	1,8	21,5				
u x	průměr	904	1316	4,0	26,5	1186	1495	3,5	19,5				
	smodch	324	439	1,7	20,0	388	581	1,3	17,5				
Celkem	průměr	1191	1373	3,0	18,1	1550	1504	2,4	11,9	2171	1626	2,6	11,9
	smodch	623	496	1,9	25,9	815	510	1,7	17,9	914	587	2,8	14,3

Tab. 30: Výsledky prvního a druhého měření SM u českých moderátorů a výsledky studentů.

Z této tabulky vyplývá, že posunutím hranice jsme sice eliminovali možný vliv doznívání základního tónu, avšak také jsme neměřili frekvence na začátku frikativy, kde se zřejmě nacházely nižší frekvence šumu. Z tohoto důvodu mají všechny varianty spektrální těžiště v druhém měření přibližně o 100 - 300 Hz (v případě [i:x] až o 550 Hz) výše. Rozhodně však nedosahují hodnot naměřených u českých studentů, kde byly frikativy k dispozici pouze ve třech hláskových okolicích. Velmi vysoká hodnota v této sekvenci [i:x] u studentů byla zřejmě způsobena pauzou následující po frikativě. Druhým měřením jsme také opravili průměrnou špičatost spektra frikativy v sekvenci [i:x] ze 79 (v tabulce červeně vyznačena) na 6,4, která je hodnotě u studentu velmi podobná.

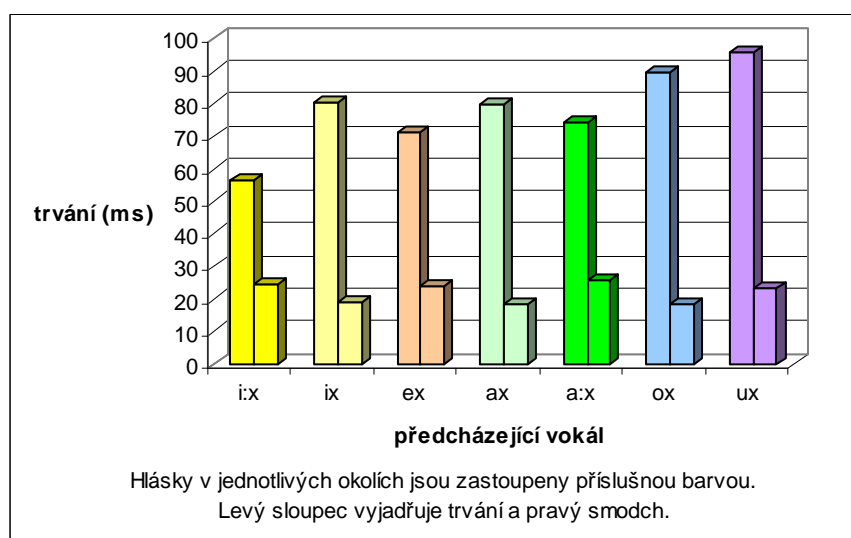
V prvním i druhém měření můžeme pozorovat vliv koartikulace v závislosti na předcházejícím vokálu, tzn. spektrální těžiště frikativy [x] je po předním vysokém vokálu [ɪ, i:] nejvyšší a čím více vzadu je předcházející vokál umístěn na ose přední - zadní, tím více klesá ST frikativy po něm následující. Výjimkou bylo v prvním měření ST frikativy v sekvenci [i:x], které se nacházelo níže než v sekvenci [ɪx]. Tento výsledek se nám zdál nepřesný, protože v důsledku napjatější artikulace by se ST frikativy mělo nacházet u [i:x] výše než u [ɪx]. Druhé měření tuto domněnku potvrdilo. Po ostatních vokálech zůstaly i přes mírné navýšení ST (i SO) poměry mezi jednotlivými koartikulačními variantami zachovány. V obou měřeních se také ukázalo, že [x] má po zadních vokálech velmi nízké ST, avšak nejnižší ST má [x] v sekvenci [a:x], kde je hodnota ST ještě níže než po [o, u]). Toto by mohlo naznačovat zadnější výslovnost předcházejícího dlouhého vokálu a tím i artikulaci frikativy více vzadu na měkkém patře.

6.2 Výsledky trvání [x] po [i:], [a:] u českých moderátorů

V tabulce níže uvádíme výsledky trvání frikativy a předcházejícího vokálu u českých moderátorů doplněné o sekvenci [i:x].

hláska		Ø trvání předcházejícího vokálu	Ø trvání frikativy
i : x	průměr	76,0	56,4
	smodch	16,7	24,5
ix	průměr	55,8	80,6
	smodch	8,3	19,1
ε x	průměr	61,1	71,0
	smodch	11,6	24,1
a x	průměr	64,0	79,8
	smodch	14,7	18,1
a : x	průměr	118,8	74,1
	smodch	20,1	25,7
ox	průměr	53,8	89,6
	smodch	12,7	18,6
ux	průměr	58,3	95,7
	smodch	11,9	23,2

Tab. 31: Průměrné hodnoty trvání koartikulačních variant fonému /x/ a předcházejícího vokálu u českých moderátorů.



Obr. 21: Zobrazení průměrných hodnot trvání koartikulačních variant fonému /x/ u českých moderátorů.

Jak bylo již zmíněno v oddíle 5.2.3, prokázalo se, že [x] po dlouhém vokálu [a:] je kratší než [x] po všech ostatních krátkých vokálech (s výjimkou sekvence [εx]), z toho ve dvou sekvencích [ox, ux]) se jednalo o statisticky významný rozdíl. V tomto oddíle doplňujeme, po dodatečně provedeném měření, další projev temporální kompenzace u

frikativy [x] v češtině. Trvání hlásky [x] po dlouhém vokálu [i:] bylo nejkratší ze všech (56,4 ms) a tato odlišnost byla potvrzena jako statisticky velmi významná ve srovnání se všemi ostatními kontexty.

Znovu tedy shrnujeme vztahy (viz také oddíl 5.2.3), které podporují tendenci k temporální kompenzaci:

- a) frikativy po fonologicky dlouhých vokálech jsou kratší než frikativy po fonologicky krátkých vokálech: /x/ po /i:/ a /a:/ je kratší než /x/ po /i, a, o, u/ (8 vztahů),
- b) mezi sekvencemi po předních vokálech: /x/ po kratším /i/ je delší než /x/ po delším /e/ (1 vztah),
- c) /x/ po středním delším /a/ je kratší než /x/ po zadních kratších /o/ a /u/ (v případě rozdílu /x/ po /a/ a /u/ se jedná o statisticky okrajově významný rozdíl (2 vztahy).

Celkem se tedy projevuje tendence k temporální kompenzaci v 11 vztazích.

Proti tendenci k temporální kompenzaci hovoří následující vztahy:

- a) frikativy po fonologicky dlouhých vokálech - /a:/ má delší trvání než /i:/, stejně jako /x/ po /a:/ má delší trvání než po /i:/ (1 vztah),
- a) mezi sekvencemi po zadních vokálech: /x/ po delším /u/ je delší než /x/ po kratším /o/ (1 vztah),
- b) /x/ po /a/ je delší než /x/ po kratším /e/ a má podobné trvání jako /x/ po ještě kratším /i/ (1 vztah),
- c) /x/ po /a:/ je delší než /x/ po kratším /e/.

Opačnou tendenci vyjadřují celkem 3 vztahy.

Ze 14 vztahů jich 11 podporuje tendenci ke konsonantické temporální kompenzaci a 3 nikoli. Připomínáme, že nebyly brány v úvahu segmentální ani suprasegmentální kontexty a artikulační tempo, proto uváděné výsledky považujeme spíše za orientační.

7 POSLECHOVÝ TEST

V návaznosti na náš předchozí výzkum v této oblasti (Sedláčková, 2008) provedeme percepční ověření přijatelnosti různých variant německé frikativy [ç] v mluvě českých studentů němčiny pomocí nového poslechového testu.

7.1 Charakter a výsledky předchozího poslechového testu

Ich-Lauty realizované českými mluvčími byly v klauzurní práci posuzovány dvěma členy Fonetického ústavu (vyučující německé fonetiky), dvěma lektory Ústavu germánských studií (rodilí mluvčí němčiny) a čtyřmi studenty Germanistiky (taktéž rodilí mluvčí němčiny) na FFUK. Ich-Lauty jsme rozdělili do tří kategorií. Do první kategorie jsme vybrali 10 Ich-Lautů s hodnotami ST blízkými celkovému průměru všech německých realizací naměřených ve zmíněné práci (4939 Hz). Do druhé kategorie bylo vybráno 10 Ich-Lautů s hodnotami ST těsně kolem průměru všech Ich-Lautů realizovaných českými mluvčími (3532 Hz). Do třetí kategorie bylo vybráno 10 Ich-Lautů, jejichž průměrné spektrální těžiště se pohybovalo kolem průměrné hodnoty realizací české hlásky *x* následující po vokálu *i* (2586 Hz). Zkoumali jsme spojení mezi těmito kategoriemi a percepční přijatelností Ich-Lautu realizovaného českými mluvčími. Pro dobré porovnání jednotlivých kategorií s hodnocením posluchačů bylo zavedeno třístupňové hodnoticí skóre. Hodnotitelé měli za úkol posoudit jednotlivé Ich-Lauty a přidělit jim 1, pokud danou hlásku považovali za dobrou realizaci Ich-Lautu, 0 v případě nerozhodnosti mezi dobrou a špatnou realizací Ich-Lautu, nebo -1, pokud podle nich hláška představovala špatnou realizaci Ich-Lautu.

Zjistili jsme, že posluchači nebyli ochotni přijmout položky s průměrným ST kolem průměrné hodnoty realizací české hlásky *x* následující po vokálu *i* (2586 Hz) za dobrou realizaci německého Ich-Lautu. Potvrdil se zde náš předpoklad, že pouhý koartikulační posun místa artikulace nebude pro přijatelnost Ich-Lautu postačující. Problematické však byly obě dvě „kvalitnější“ kategorie Ich-Lautu, které se v hodnocení prolínaly a mnoho položek první kategorie (ST kolem 4939 Hz) bylo hodnoceno hůře než některé položky 2. kategorie (ST kolem 3532 Hz). Němečtí rodilí mluvčí byli tedy ochotni považovat za Ich-Laut i položky s průměrným ST kolem 3500 Hz, tedy o mnoho níže, než byl průměr ST všech německých realizací v našem materiálu (4939 Hz).

7.2 Příprava nového poslechového testu

V tomto poslechovém testu bude použit aktualizovaný „vzorový“ německý Ich-Laut na základě nově naměřeného průměrného ST podle našeho materiálu (3495 Hz). Tento průměr se také nachází veprostřed pásma uváděného v práci Harringtona, který tvrdí, že energie [ç] po [ɪ, ε] je soustředěna okolo 3000-4000 Hz (Harrington, 2010). Dále bude navýšen počet hodnotitelů - německých rodilých mluvčích. Samotný test nebude již obsahovat položky tří různých kvalitativních kategorií, nýbrž bude sestaven tak, aby se podařilo najít pásmo hodnot ST, pod které (příp. nad které) již němečtí rodilí mluvčí nebudou danou realizaci považovat za německý Ich-Laut (viz níže).

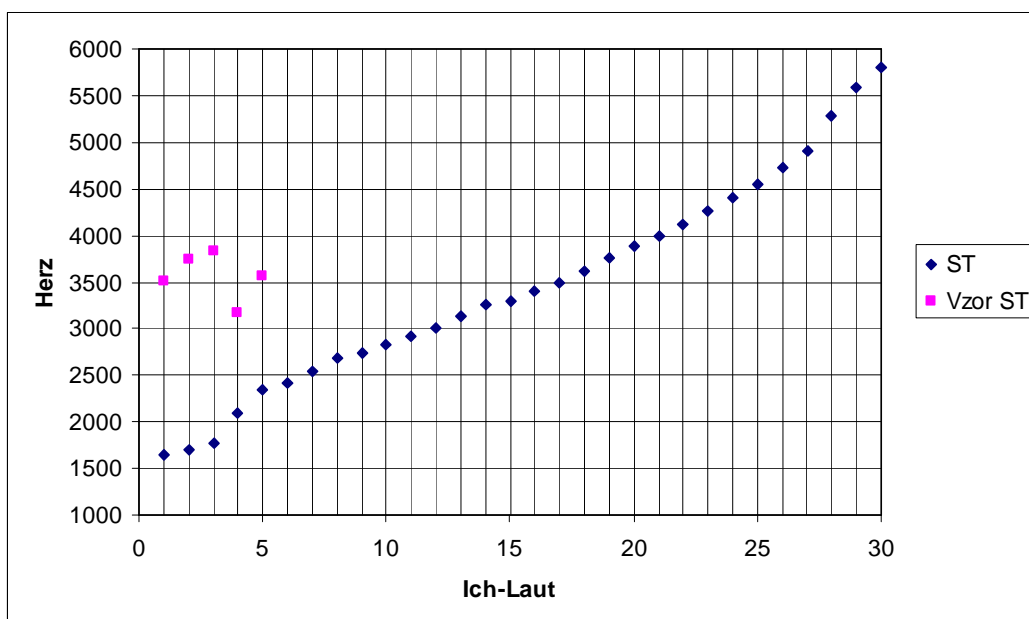
7.2.1 Testované položky - české realizace Ich-Lautu

Ze všech českých realizací Ich-Lautu zkoumaných v klauzurní práci jsme vybrali 30 položek pro poslechový test. Kompletní seznam 114 realizací celkem od 45 mluvčích je k nahlédnutí v souboru Percepční test.xls ve složce Percepční test na přiloženém CD. Před výběrem položek jsme nejprve převedli u všech 114 Ich-Lautů hodnoty ST v herzích na barky. V kontinuu hodnot 11,39 - 19,04 Bark jsme vybrali 30 položek s přibližným odstupem 0,20 Bark (výjimkou bylo rozmezí 11,60 - 13,75 Bark, ve kterém se žádné realizace Ich-Lautu nevyskytovaly). Pokud byl realizovaný Ich-Laut příliš krátký nebo z jiného důvodu pro test nevhodný, byla použita položka s nejbližší hodnotou. Odlehlé hodnoty na obou koncích kontinua (6,57, 8,82 a 19,60 Bark) byly vyřazeny. V Tab. 32 je tučně vyznačeno 5 položek, které byly v testu zopakovány pro zjištění konzistentnosti odpovědí respondentů. Jednalo se o 2 položky s extrémně nízkým ST (č. 7 a 12), 2 položky s extrémně vysokým ST (č. 2 a 10) a jednu položku se specifickou výslovností (č. 26).

Položky percepčního testu - pořadí od nejnižšího ST							
Č. položky	Mluvčí	Okolí hlásky	ST	SO	SEŠ	ŠPI	Bark
12	HuP3	ich-trage	1639	1988	1,84	3,76	11,39
25	PrJ3	ich-trage	1693	2069	1,88	4,34	11,60
21	KoIM2	ich-trage	1766	2389	1,9	3,78	11,88
08	HIM1	sich-zur	2100	1814	2,6	7,84	13,01
20	KoIM1	sich-zur	2351	2103	1,83	4,5	13,75
07	HiA2	ich-genug	2417	2282	1,12	1,58	13,93
19	KeA1	sich-zur	2545	1761	1,53	5,53	14,26
30	ŽaM1	sich-zur	2678	2116	1,36	3,05	14,59
26	SmV1	sich-zur	2745	1287	1,03	4,01	14,74
27	SýL1	sich-zur	2821	2494	1,17	1,59	14,92
01	BaA1	sich-zur	2914	2051	0,94	1,91	15,12
28	ŠkM3	ich-trage	3005	2317	0,66	0,08	15,31
18	JoJ3	ich-trage	3124	1511	0,94	5,02	15,56
29	ŠtV1	sich-zur	3257	1758	0,65	4,05	15,81
16	JaJ3	ich-trage	3302	1983	0,31	0,98	15,90
03	DoL3	ich-trage	3408	2047	0,93	1,43	16,09
17	JoJ1	sich-zur	3496	1595	1,06	3,04	16,25
15	JaJ2	ich-genug	3608	1793	0,37	2,03	16,43
22	KožM1	sich-zur	3769	2010	1,19	2,77	16,69
05	FaJ3	ich-trage	3893	1754	0,95	5,45	16,88
09	HIH3	ich-trage	3993	1784	0,99	4,38	17,03
14	JaJ1	sich-zur	4114	2385	0,07	-0,33	17,20
24	KyM3	ich-trage	4258	2001	0,73	2,1	17,40
23	KuA3	ich-trage	4412	2255	1,15	2,48	17,60
04	FaJ1	sich-zur	4549	2621	0,24	-0,57	17,77
13	JaL2	ich-genug	4727	2364	0,74	1,77	17,98
11	HřZ1	sich-zur	4913	2540	0,34	0,18	18,18
06	HaA3	ich-trage	5275	2551	0,3	0,12	18,56
10	HoS3	ich-trage	5580	2929	0,26	-0,14	18,84
02	BrR1	sich-zur	5807	1638	-0,23	4,45	19,04

Tab. 32: Přehled položek poslechového testu seřazených podle ST (tučně vyznačeny jsou opakované položky)

Na Obr. 22 podáváme grafické znázornění spektrálního těžiště všech položek v testu, včetně vzorových německých Ich-Lautů, které byly do testu záměrně také zahrnuty (podrobněji viz následující oddíl 7.2.2). V tomto kontinuu hodnot budeme hledat pásmo, kde bude [ç] realizované českými mluvčími považováno za standardní německou realizaci této hlásky (nikoli za cizí realizaci nerodilého mluvčího).



Obr. 22: Grafické znázornění ST všech položek v poslechovém testu.

7.2.2 Vzorové německé realizace Ich-Lautu

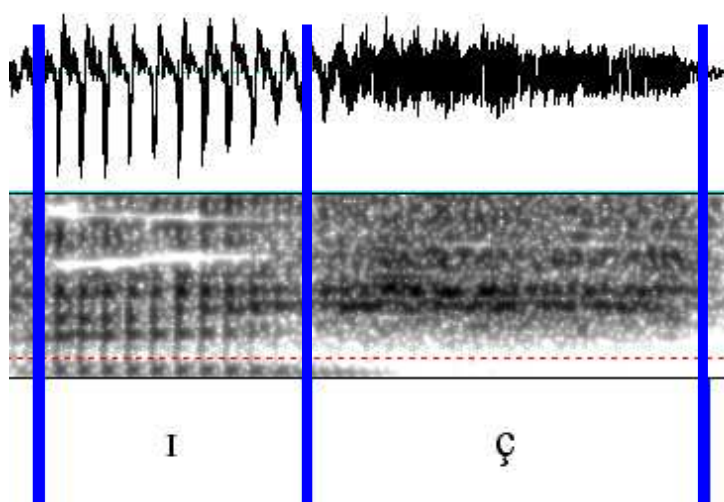
Pro tento test bylo potřeba především navýšit počet dokladů od německých mluvčích, u nichž se změří nové průměrné ST, které bude sloužit jako nová „ideální“ hodnota německého Ich-Lautu. V předešlém testu jsme měli k dispozici nahrávky pouze čtyř německých mluvčích, a proto je možné, že byla hodnota průměrného ST ovlivněna individuálními výsledky některého z nich. V novém testu použijeme rozsáhlejší a vyváženější materiál ze srovnání českých a německých moderátorů (jednalo se o 12 německých mluvčích, u každého z nich bylo použito maximálně 5 dokladů), kde byl naměřen průměr 3495 Hz. Připomínáme, že tento průměr se nachází uprostřed pásma z práce Harringtona (Harrington, 2010). Náš vzorový německý Ich-Laut z předešlého testu s hodnotou ST 4939 Hz se tedy ve světle nových poznatků jeví jako příliš vysoký.

Do nového testu jsme mimo Ich-Lauty realizované českými mluvčími zahrnuli také 5 vzorových Ich-Lautů realizovaných německými moderátory. Jednalo se o hlásky s hodnotami spektrálního těžiště v těsné blízkosti nově naměřeného průměru všech německých realizací (3495 Hz). Přehled vzorových položek uvádíme v Tab. 33.

Č. položky	Mluvčí	Okolí hlásky	ST	SO	SEŠ	ŠPI	Bark
31	IH	Predigt	3506	2960	1,0	2,1	16,26
32	CW	verbindlichen	3741	2851	1,2	3,2	16,65
33	KS4	sich in	3827	4441	1,0	0,0	16,78
34	KS3	voraussichtlich am	3173	4124	1,2	0,5	15,65
35	RR2	freundlich -	3566	1571	1,0	5,9	16,36

Tab. 33: Hodnoty ST vzorových německých Ich-Lautů

Všechny vzorové položky měly šum v celém rozsahu soustředěný mezi přibližně 3000 - 4000 Hz; jako příklad uvádíme spektrogram jedné ze vzorových položek (viz Obr. 23). U těchto položek předpokládáme, že budou hodnoceny jako přijatelný německý Ich-Laut. U spektrogramu této vzorové položky je zobrazen rozsah šumu 0 - 8 kHz a můžeme zde mimo hlavního pásma šumu mezi 3 a 4 kHz pozorovat také druhé, méně výrazné pásmo šumu kolem 5 kHz. Obrázky spektrogramů v této kapitole slouží především pro ilustraci spektrálního složení šumu frikativy (údaj o trvání Ich-Lautu je uveden vždy v názvu obrázku).



Obr. 23: Vzorová položka č. 35 (147 ms).

7.2.3 Respondenti

Ich-Lauty v testu byly posuzovány 27 rodilými mluvčími němčiny. Jednotlivé položky (*ich*, *sich*) si mohli respondenti poslechnout maximálně třikrát a poté měli umístit kurzor na ose Fremd - Deutsch („cizí“ - „německý“) podle toho, do jaké míry jim daná realizace přišla srovnatelná s německou standardní výslovností. Čím více vpravo byl kurzor umístěn, tím více německy znějící jim hláska připadala, a naopak čím více vlevo, tím více hodnotili daný Ich-

Laut jako „cizí“ (viz Obr. 24). Respondenti poslouchali test v programu Alvin (verze 1.27) za použití sluchátek.

7.2.4 Testovací program Alvin

Pro test jsme použili programu Alvin 1.27. Tento program přehrál každému respondentovi položky pokaždé v jiném náhodném pořadí a vyhodnotil poté umístění kurzoru a dobu reakce u jednotlivých položek. Zaznamenal také počet opakování testové položky. Přímě v testu byly umístěny německé pokyny pro absolvování. Poslechový test včetně všech položek i pokynů k vypracování je k nalezení ve složce Alvin na přiloženém CD.



Obr. 24: Ukázka testu v programu Alvin

7.3 Výsledky poslechového testu

V následující tabulce prezentujeme položky poslechového testu seřazené sestupně podle hodnot skóre, které vyjadřuje míru přijatelnosti Ich-Lautu, jak ji hodnotí rodilí uživatelé němčiny. Nejvýše umístěné položky byly hodnoceny jako německá výslovnost a naopak položky umístěné níže v tabulce byly považovány za cizí výslovnost. Nad pomyslným středem osy hodnocení (skóre nad 500) se umístilo 18 položek českých studentů a také všech 5 vzorových Ich-Lautů německých rodilých mluvčích. Ve spodní části tabulky (skóre pod 500) se umístilo 17 položek českých studentů němčiny. Jedná se o hodnocení na základě percepčního dojmu, a proto je toto rozdělení pouze zjednodušující, praktické pro níže uvedené komentáře.

Položka	Mluvčí	Kontext	ST (Herz)	SO (Herz)	SEŠ	ŠPI	Bark	Skóre	Doba reakce (ms)	Počet opak.
33	KS4	sich-in	3827	4441	1,0	0,0	16,78	788	3813	0,9
35	RR2	freundlich -	3566	1571	1,0	5,9	16,36	765	5442	0,9
18	JoJ3	ich-trage	3124	1511	0,94	5,02	15,56	759	6115	1,0
17	JoJ1	sich-zur	3496	1595	1,06	3,04	16,25	745	4276	1,1
09	HIP3	ich-trage	3993	1784	0,99	4,38	17,03	701	3763	1,0
31	IH	Predigt	3506	2960	1,0	2,1	16,26	701	4313	1,1
32	CW	verbindlichen	3741	2851	1,2	3,2	16,65	699	3563	1,3
15	JanJ2	ich-genug	3608	1793	0,37	2,03	16,43	695	3805	1,0
29	ŠtV1	sich-zur	3257	1758	0,65	4,05	15,81	691	3443	1,0
13	JakL2	ich-genug	4727	2364	0,74	1,77	17,98	690	3426	0,9
16	JanJ3	ich-trage	3302	1983	0,31	0,98	15,90	685	3560	0,9
05	FaJ3	ich-trage	3893	1754	0,95	5,45	16,88	682	4522	1,1
23	KuA3	ich-trage	4412	2255	1,15	2,48	17,60	660	3623	1,2
24	KyM3	ich-trage	4258	2001	0,73	2,1	17,40	623	4494	1,2
34	KS3	voraussichtlich am	3173	4124	1,2	0,5	15,65	609	4150	0,9
10a	HoS3	ich-trage	5580	2929	0,26	-0,14	18,84	608	6846	0,8
10	HoS3	ich-trage	5580	2929	0,26	-0,14	18,84	585	3892	1,0
06	HaA3	ich-trage	5275	2551	0,3	0,12	18,56	577	4322	1,1
07	HiA2	ich-genug	2417	2282	1,12	1,58	13,93	573	3571	0,9
07a	HiA2	ich-genug	2417	2282	1,12	1,58	13,93	565	3724	0,7
11	HřZ1	sich-zur	4913	2540	0,34	0,18	18,18	551	3761	0,9
28	ŠkM3	ich-trage	3005	2317	0,66	0,08	15,31	535	4267	1,1
21	KoIM2	ich-trage	1766	2389	1,9	3,78	11,88	528	4298	1,1
12	HuP3	ich-trage	1639	1988	1,84	3,76	11,39	460	3742	1,0
25	PrJ3	ich-trage	1693	2069	1,88	4,34	11,60	440	3749	1,0
01	BaA1	sich-zur	2914	2051	0,94	1,91	15,12	402	4451	1,0
03	DoL3	ich-trage	3408	2047	0,93	1,43	16,09	396	4649	1,0
12a	HuP3	ich-trage	1639	1988	1,84	3,76	11,39	373	6199	1,0
14	JanJ1	sich-zur	4114	2385	0,07	-0,33	17,20	361	5236	0,9
22	KožM1	sich-zur	3769	2010	1,19	2,77	16,69	353	4821	1,1
27	SýL1	sich-zur	2821	2494	1,17	1,59	14,92	326	3955	0,9
02a	BrR1	sich-zur	5807	1638	-0,23	4,45	19,04	310	3955	0,7
30	Žám1	sich-zur	2678	2116	1,36	3,05	14,59	300	5260	0,7
02	BrR1	sich-zur	5807	1638	-0,23	4,45	19,04	248	3953	1,0
04	FaJ1	sich-zur	4549	2621	0,24	-0,57	17,77	241	5841	1,1
19	KeA1	sich-zur	2545	1761	1,53	5,53	14,26	234	3807	0,9
20	KoIM1	sich-zur	2351	2103	1,83	4,5	13,75	189	3637	0,6
08	HIM1	sich-zur	2100	1814	2,6	7,84	13,01	183	4390	1,0
26a	SmV1	sich-zur	2745	1287	1,03	4,01	14,74	181	4070	0,8
26	SmV1	sich-zur	2745	1287	1,03	4,01	14,74	180	3616	0,7

Tab. 34: Výsledky poslechového testu - řazeno podle hodnot skóre.

Jednotlivé položky jsou zabarveny z důvodu snadnější orientace v tabulce. Žluté zabarvení označuje vzorové německé Ich-Lauty, zeleně jsou zabarveny Ich-Lauty s ST v pásmu 3000 - 4000 Hz, modře v pásmu 4000 - 5000 Hz a fialově nad 5000 Hz. Oranžově jsou zvýrazněny hodnoty pod hranici 3000 Hz. Tučně jsou označeny opakovaně zařazené

položky. Barevné rozlišení platí ve všech následujících tabulkách s výsledky testu. Doba reakce představuje rozmezí od přehrání položky, příp. od jejího posledního zopakování, do potvrzení jejího hodnocení.

V dolní části tabulky, kde jsou umístěné položky s výsledným hodnocením pod 500 (spíše cizí výslovnost), převažují Ich-Lauty se spektrálním těžištěm v rozmezí 1000 - 3000 Hz (11 ze 17). Výjimku tvoří jedna opakovaná položka s hodnotou ST 5807 Hz, dvě položky s ST v rozmezí 3000 - 4000 Hz a dvě položky s ST v rozmezí 4000 - 5000 Hz. Těmito spornými položkami se budeme zabývat podrobněji v oddílech 7.3.1 až 7.3.3. Naopak mírně nad hranicí se umístila položka č. 7 s velmi nízkým ST, kterou jsme navíc z tohoto důvodu do testu zařadili opakovaně (hodnocení se ukázalo jako konzistentní).

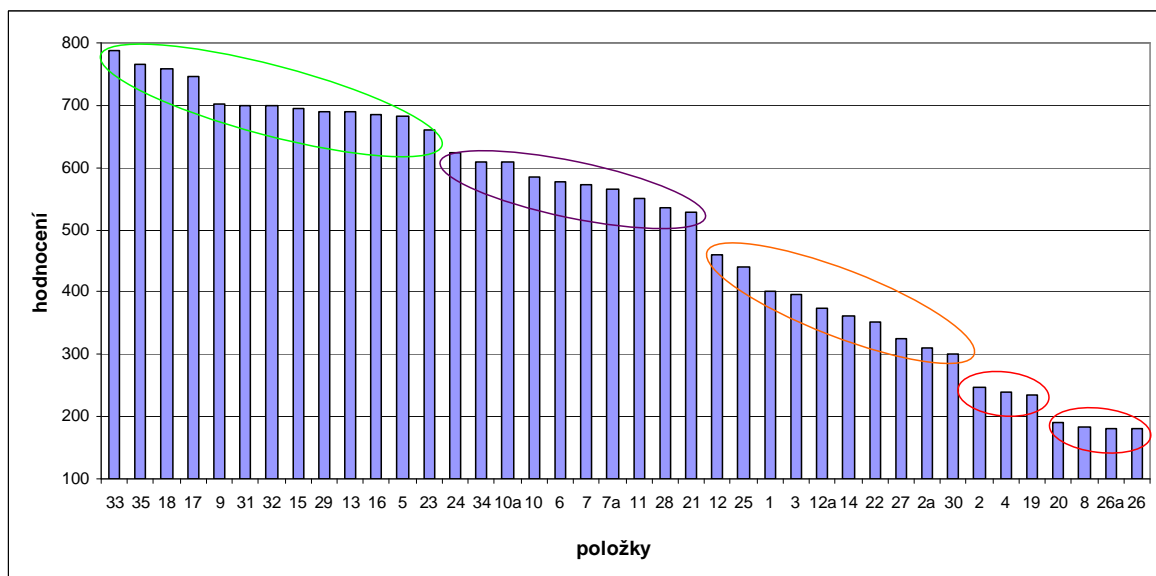
V horní části tabulky, která obsahuje položky s dosaženým hodnocením nad 500 (spíše německá standardní výslovnost), se na vysokých pozicích umístily dle očekávání německé vzorové Ich-Lauty a velmi vysoko také většina Ich-Lautů s hodnotami ST mezi 3000 - 4000 Hz. Níže (550 - 690), avšak stále ještě hodnocené jako německy znějící, se nalézaly 3 z 5 položek s ST 4000 - 5000 Hz a také 2 ze 3 položek s ST nad 5000 Hz.

Výsledky tohoto poslechového testu ukazují, že ona pomyslná hranice hodnot spektrálního těžiště, nad kterou je realizace Ich-Lautu považována za standardní německou výslovnost, se nachází někde kolem hodnoty 3000 Hz. Ideální pásmo, ve kterém se položky v testu umísťovaly na nejvyšších pozicích, se nachází přibližně mezi 3000 - 4000 Hz. Z hlediska percepce byly tedy pro rodilé mluvčí němčiny nejpříjemnější realizace Ich-Lautu s ST právě v tomto pásmu. Percepční hodnocení je tedy v souladu s akustickou analýzou palatální frikativy v Harringtonově práci, kde bylo zjištěno, že energie Ich-Lautu je soustředěna okolo 3000-4000 Hz (Harrington, 2010). Přijatelné jsou však podle našeho materiálu i Ich-Lauty s vyšším ST (až 5580 Hz).

Doba reakce se pohybovala v průměru od 3 do 7 sekund a v jejích hodnotách jsme nezjistili žádnou souvislost s pozitivním či negativním hodnocením či spektrálními momenty položek. V hodnocení pěti opakovaných položek (tučně a kurzívou ve výše uvedené tabulce) si posluchači zachovali značnou míru konzistence, tři z nich se umístily těsně vedle sebe, dvě zbývající pouze s mírným odstupem. Dvě z těchto opakovaných položek, č. 2 s extrémně

vysokým ST a negativním hodnocením a č. 26 se specifickou výslovností a nejhorším umístěním, budeme podrobněji zkoumat v následujících oddílech.

Pokud bychom chtěli rozdělit percepční hodnocení položek jemněji než pouze na horní a spodní část tabulky, vyplynulo by z výsledků testu přibližně šest pásem „přijatelnosti“ Ich-Lautu, viz obrázek níže.



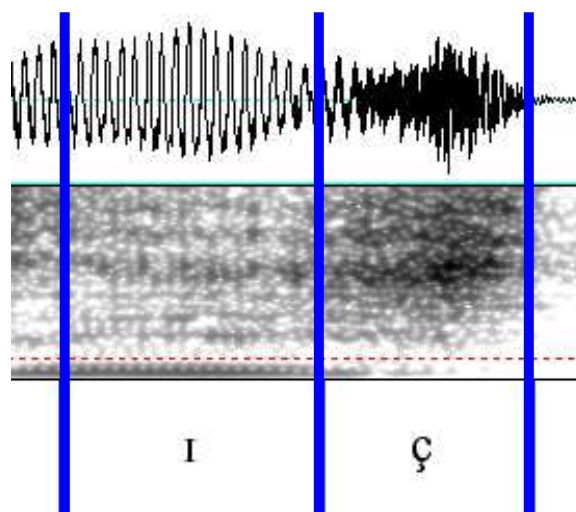
Obr. 24: Hodnocení přijatelnosti Ich-Lautů.

Zeleně vyznačené pásmo s nejvyšším hodnocením (788 - 660) obsahuje, až na dvě výjimky (ST nad 4 kHz), většinu položek s ST mezi 3-4 kHz., včetně 4 z 5 vzorových položek. Hůře hodnocené fialové pásmo (hodnocení 623 - 528) obsahovalo 5 z celkem 11 položek s ST vyšším než 4 kHz, dále pak po dvou položkách s ST 2-3 a 3-4 kHz. Položky s ST nad 4 kHz jsou tedy méně přijatelné než položky s nižším ST (3-4 kHz), protože další 4 z celkem 11 se umístily ve spodní části tabulky.

V oranžovém pásmu (hodnocení 460 - 300), které se již nacházelo pod středem osy, převažovaly položky s ST pod 3000, stejně jako v posledním pásmu, které obsahovalo pouze tyto položky. Mezi třetím a čtvrtým pásmem se projevil největší skok v hodnocení, který se zároveň nacházel v matematickém středu osy přijatelnosti výslovnosti v testu.

7.3.1 Sporná položka 2

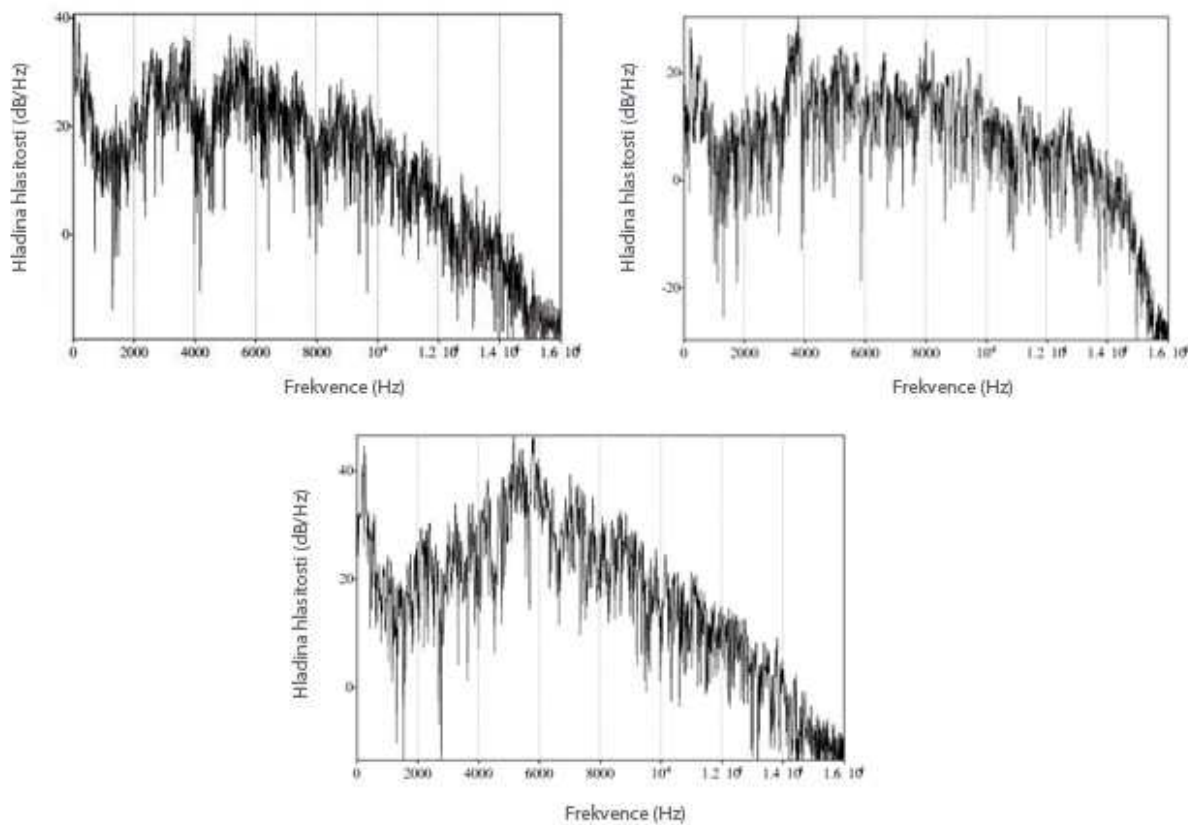
Položka 2 měla nejvyšší ST (5807 Hz) a měla skóre narozdíl od zbylých dvou spíše pozitivně hodnocených položek s ST nad 5000 Hz velmi nízké.



Obr. 25: Spektrogram položky č. 2 (54 ms).

Položka	Mluvčí	Kontext	ST	SO	SEŠ	ŠPI	Bark	Skóre	Reakce	Opak.
02	BrR1	sich-zur	5807	1638	-0,23	4,45	19,04	310	3955	0,7
10	HoS3	ich-trage	5580	2929	0,26	-0,14	18,84	585	3892	1,0
06	HaA3	ich-trage	5275	2551	0,3	0,12	18,56	577	4322	1,1

Tab. 35: Položky s ST nad 5000 Hz.



Obr. 26: Spektra pozitivně hodnocených položek 6 a 10 (nahore) a negativně hodnocené položky 2 (dole).

Negativně hodnocená položka č. 2 (5807 Hz) se odlišuje od ostatních dvou podobných položek především menší směrodatnou odchylkou spektra, tzn. frekvence jsou více soustředěny kolem ST, a dále výrazně vyšší špičatostí spektra (viz Obr. 27 níže). Také měla jako jediná zápornou hodnotu sešikmenosti spektra, což značí přítomnost hodnot spíše nalevo od ST, tj. obě kladně hodnocené položky měly pravé křídlo výrazně těžší než záporně hodnocená položka. Je možné, že příliš vysoká hodnota ST ve spojení s těmito odlišnostmi v ostatních spektrálních momentech zapříčinila její nepřijatelnost jako standardní německý Ich-Laut. Na poslech se frikativa v tomto slově „sich“ jevila také spíše jako postalveolární [ʃ] než jako palatální [ç], což by mohlo být příznakem nářeční, tedy pro některé respondenty méně přijatelné podoby. Také počet opakování je nízký (0,7 u 2a), rozhodování tedy bylo pro posluchače zřejmě jednodušší.

7.3.2 Sporné položky č. 3, 4, 14, 22

Čtyři položky v Tab. 36 byly hodnoceny negativně, přestože měly ST v rozmezí 3000 - 5000 Hz stejně jako většina kladně hodnocených položek.

Položka	Mluvčí	Kontext	ST	SO	SEŠ	ŠPI	Bark	Skóre	Reakce	Opak.
03	DoL3	ich-trage	3408	2047	0,93	1,43	16,09	396	4649	1,0
22	KožM1	sich-zur	3769	2010	1,19	2,77	16,69	353	4821	1,1
04	FaJ1	sich-zur	4549	2621	0,24	-0,57	17,77	241	5841	1,1
14	JanJ1	sich-zur	4114	2385	0,07	-0,33	17,20	361	5236	0,9

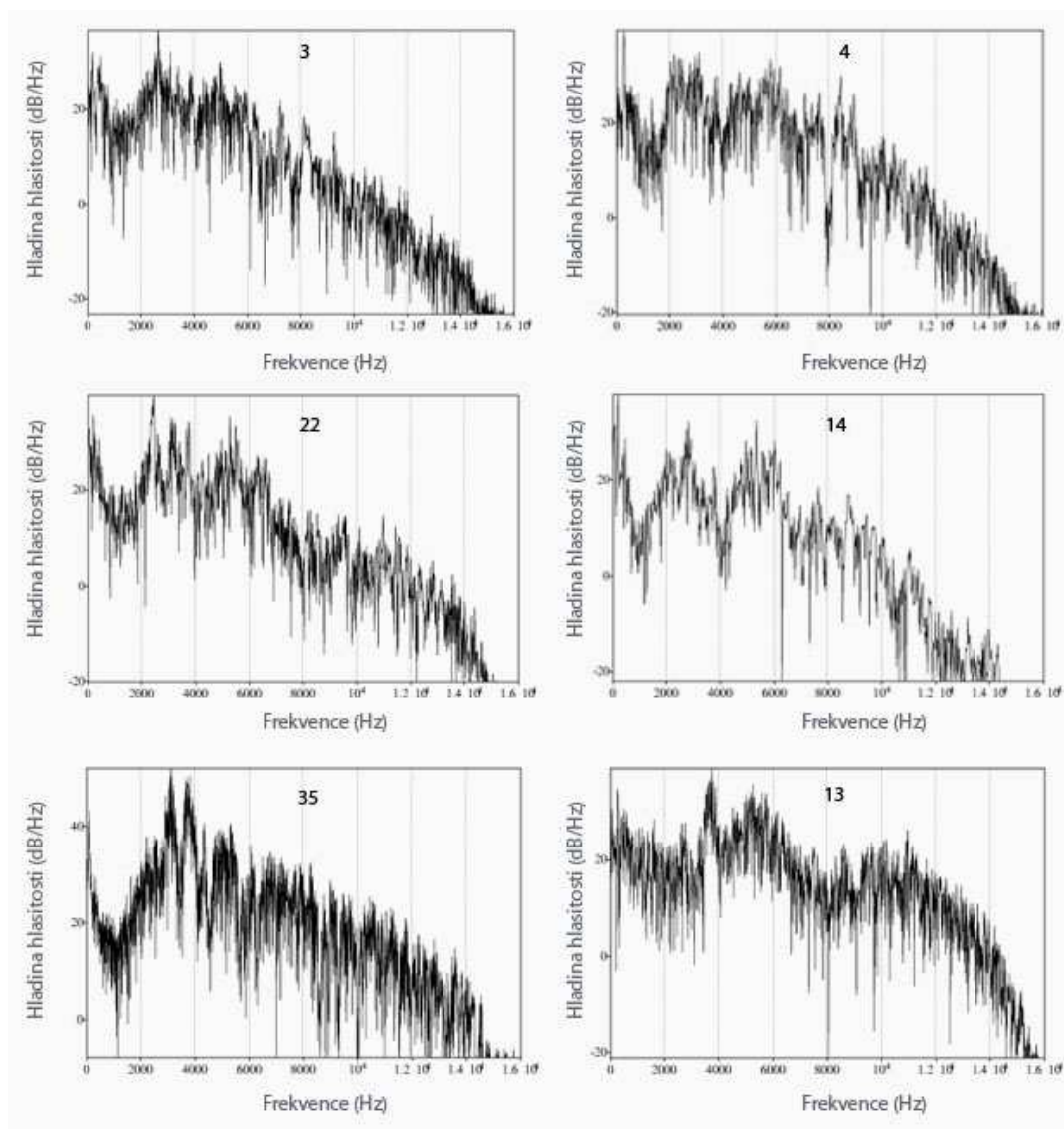
Tab. 36: Položky s ST 3000 -5000 Hz hodnocené jako cizí výslovnost.

Jako reprezentanty položek s podobnými hodnotami ST, avšak hodnocenými kladně (jako Ich-Lauty s německou výslovností), uvádíme následující dvě položky:

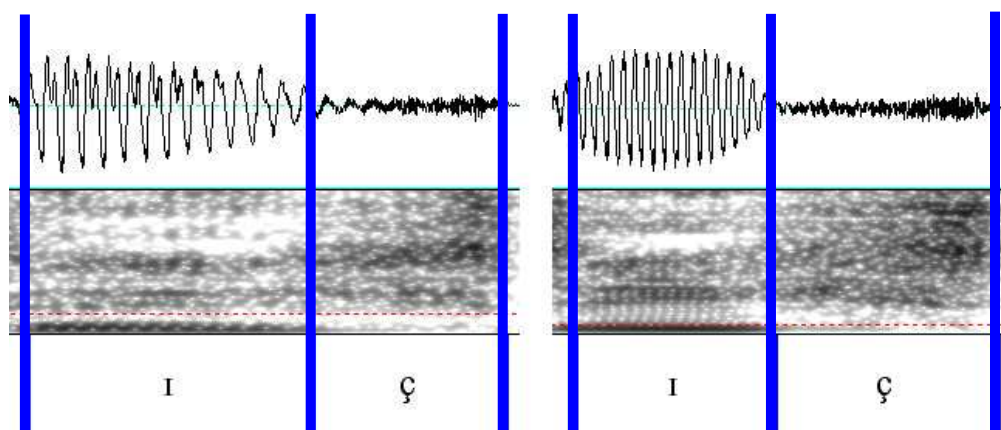
Položka	Mluvčí	Kontext	ST	SO	SEŠ	ŠPI	Bark	Skóre	Reakce	Opak.
35	RR2	freundlich -	3566	1571	1,0	5,9	16,36	765	5442	0,9
13	JakL2	ich-genug	4727	2364	0,74	1,77	17,98	690	3426	0,9

Tab. 37: Příklad položek s ST 3000 -5000 Hz - „německá“ výslovnost.

Položky 4 (4549 Hz) a 14 (4114 Hz) se od „německy“ znějících položek odlišují především nízkou hodnotou sešikmenosti spektra a zápornými hodnotami špičatosti spektra. Mají tedy více energie soustředěné v nižších frekvencích, narozdíl od kladně hodnocené položky č. 13 (4727 Hz), která má energii rovnoměrně rozprostřenou v nižších i vyšších frekvencích. (viz Obr. 27). Podle poslechu se i přes vysoké hodnoty ST jevila položka 4 (4549 Hz) a především pak položka 14 (4114 Hz) spíše jako česká frikativa [x].



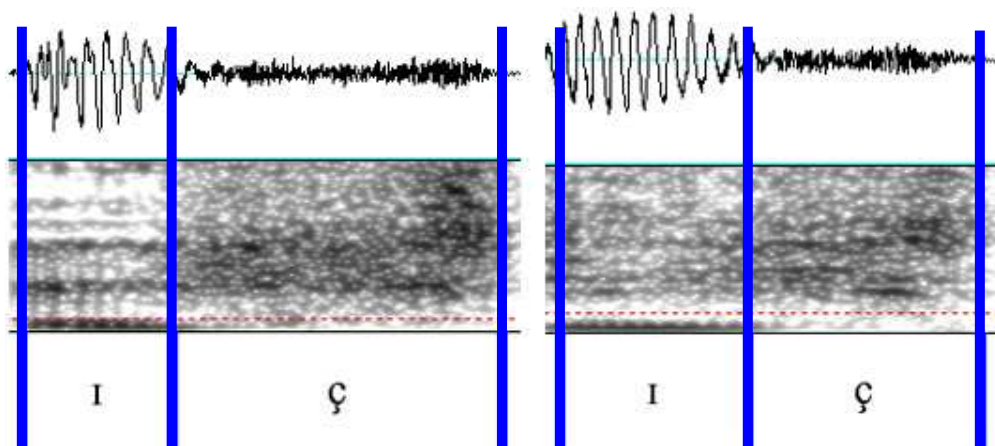
Obr. 27: Spektra negativně hodnocených položek 3, 22, 4, 14 a pozitivně hodnocených položek 35 a 13.



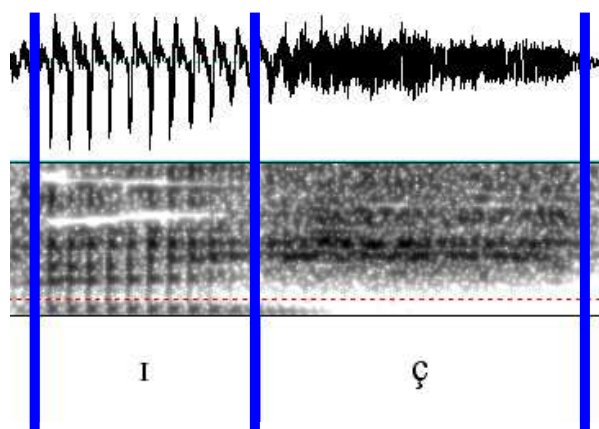
Obr. 28: Spektrogramy negativně hodnocených položek 14 (46 ms) a 4 (62 ms).

Jak můžeme pozorovat na obrázku výše, měly obě frikativy šum rozprostřený ve více pásmech, výraznější šum nalézáme pod hranicí 5000 Hz a druhé centrum šumu přibližně kolem 2500 Hz. Domníváme se, že právě ono nižší pásmo šumu (příp. celé rozprostření šumu) mohlo v percepci zapříčinit tendenci posluchačů hodnotit tuto hlásku spíše jako cizí realizaci Ich-Lautu.

Další dvě záporně hodnocené položky s číslem 3 (ST 3408 Hz) a 22 (ST 3769 Hz) se na první pohled neliší od kladně hodnocené položky 35 (ST 3566 Hz) s podobnou hodnotou ST (pouze špičatost spektra je u č. 35 větší, viz Obr. 27 výše). Pokud se však opět soustředíme na spektrogramy obou položek (viz Obr 29) a srovnáme je se spektrogramem vzorové položky (viz Obr. 30), vidíme, že oblast šumu u negativně hodnocených není tak jasně vyhraněná a šum je tak rozprostřen ve větším pásmu. Na konci frikativy pozorujeme šum ve vyšším pásmu vlivem následující alveolární explozivy [t] (na obrázku vlevo), příp. afrikáty [tʃ] (na obrázku vpravo).



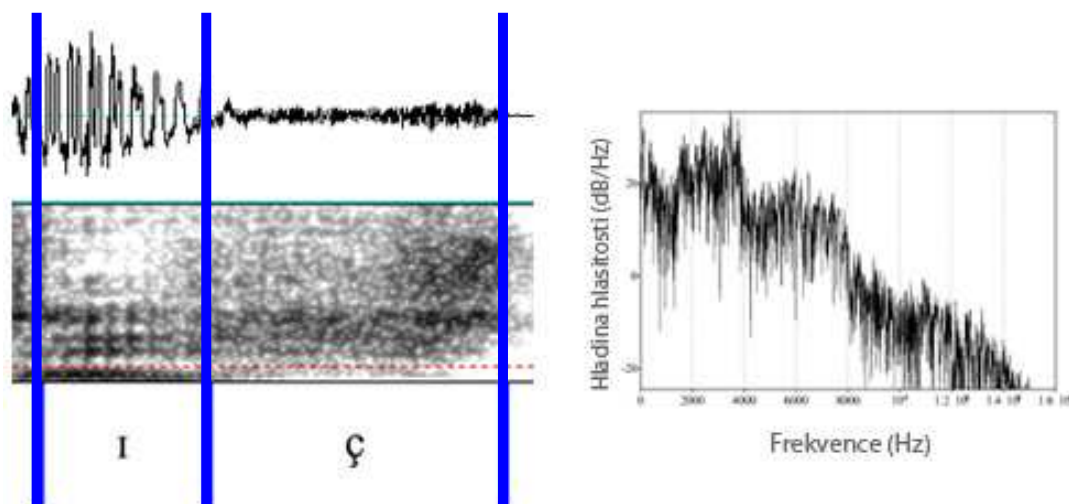
Obr. 29: Spektrogram negativně hodnocených položek 3 (81 ms) a 22 (53 ms).



Obr. 30: Spektrogram vzorové položky č. 35 (54 ms).

7.3.3 Položka č. 26 se specifickou výslovností

Nakonec se budeme zabývat položkou č. 26 (ST 2745 Hz), která se v testu umístila na poslední pozici a nebyla tedy pro německé rodilé mluvčí vůbec přijatelná jako standardní německý Ich-Laut. Tuto položku jsme do testu z důvodu specifické výslovnosti (spíše jako „zastřené“ postalveolární [ʃ]) zahrnuli záměrně opakovaně.



Obr. 31: Ukázka spektrogramu a spektra specifické položky č. 26 (93 ms).

Energie frikativy je rozprostřena v širokém pásmu přibližně 1500 - 4000 Hz, tedy mnohem níže, než je průměrná hodnota německého ST (3495 Hz). Na konci frikativy se i zde nachází vyšší pásmo šumu (5000 - 8000 Hz) způsobené vlivem následující afrikáty. Je možné, že toto zvláštní rozprostření energie ovlivnilo percepci této hlásky a zapříčinilo tak její velmi negativní výsledek v hodnocení posluchačů.

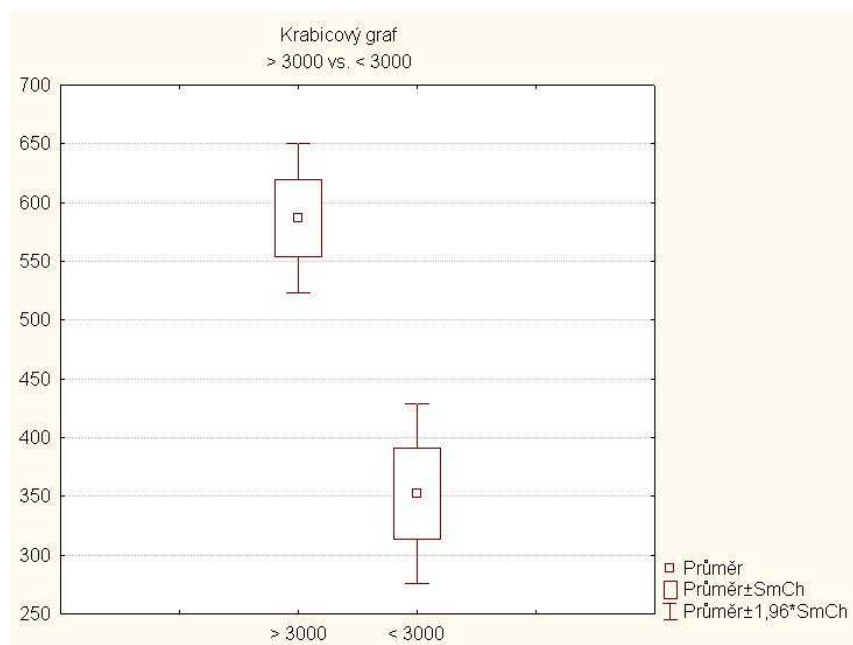
Na závěr bychom chtěli upozornit na jednu skutečnost, které jsme si všimli ve výsledcích poslechového testu. Většina negativně hodnocených položek se nacházela v kontextu „sich zur“ (11 ze 14) a naopak položky v druhém nejčastějším kontextu „ich trage“ byly hodnoceny spíše pozitivně (10 ze 13). Tři položky posledního zkoumaného kontextu „ich genug“ se všechny umístily nad hranicí 500. Nemůžeme tedy v případě „sich zur“ vyloučit určitý vliv koartikulace na následující alveolární afrikátu a její souvislost s nižšími hodnotami ST. Je také možné, že sled hlásek [çʦ] ve slovech „sich zur“ činí českým studentům němčiny větší potíže než spojení hlásek [çʦ] či [çç] v ostatních dvou kontextech, avšak tuto domněnku by bylo potřeba prozkoumat blíže na větším počtu dokladů v různých hláskových okolích.

7.3.4 Statistické vyhodnocení výsledků poslechového testu

Poslechovým testem jsme chtěli ověřit souvislost hodnot spektrálního těžiště s percepční přijatelností německého Ich-Lautu realizovaného českými mluvčími. Provedli jsme tedy test korelace ST s průměrným hodnocením posluchačů. Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu r však byla pro všechny posluchače celkem pouze 0,25; tento výsledek znamená velmi slabou korelaci. Přibližně u jedné pětiny (6 z 27) respondentů byl tento koeficient významný na hranici 0,05 (hodnota r mezi 0,34 - 0,46).

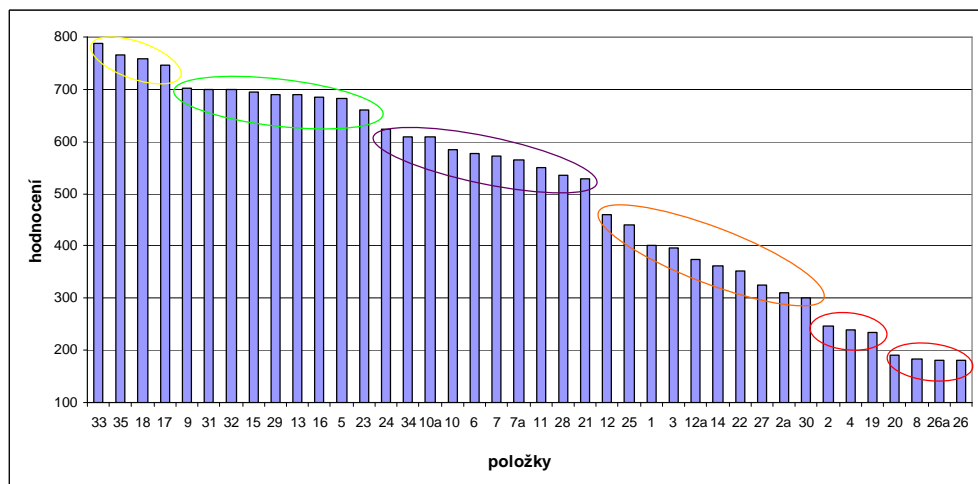
Dále nás zajímalo, jestli se projeví vliv hodnot ST na hodnocení posluchačů, pokud stanovíme dvě kategorie ST < 3000 Hz a > 3000 na základě rozmístění položek v souhrnné tabulce z úvodu této kapitoly (Tab. 34), tj. v horní pozitivně hodnocené části tabulky se umístily většinou položky s ST nad 3000 Hz a v dolní negativně hodnocené části tabulky převažovaly položky s ST pod 3000 Hz.

Rozdíly mezi dvěma výše uvedenými kategoriemi z hlediska jejich hodnocení posluchači jsme prověřili pomocí t-testu, jehož výsledky jsou zobrazeny v krabicovém grafu níže. Na Obr. 32 můžeme pozorovat, jak se obě kategorie výrazně odlišují v hodnocení posluchačů.

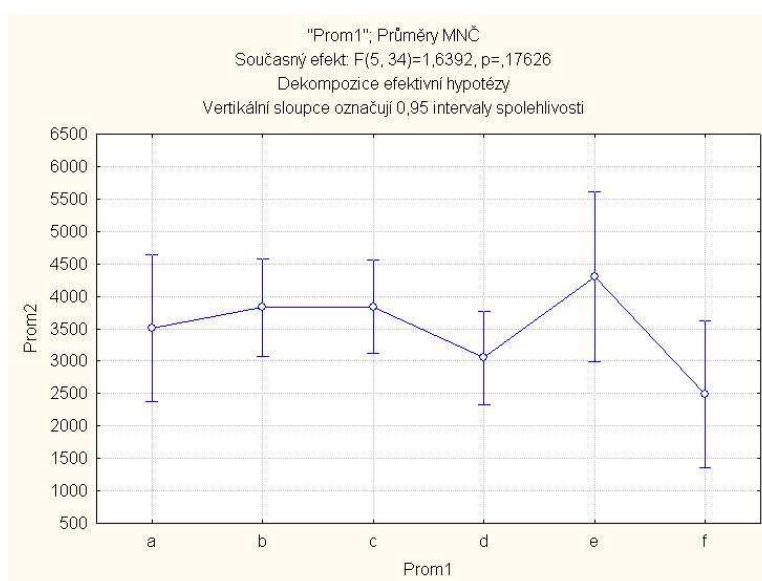


Obr. 32: Krabicový graf; $t(38) = 4,44$; $p = 0,0001$

Podobný test jsme provedli pro šest kategorií, které vyplývaly z Obr. 33, avšak zde se neprojevil žádný efekt kategorie. Tyto skupiny tedy netvoří žádné přirozené třídy, které by se od sebe nějak významně odlišovaly (viz Obr. 33 níže).



Obr. 33: Hodnocení přijatelnosti Ich-Lautů (čím vyšší hodnocení, tím více byla daná položka považována za standardní německou výslovnost).

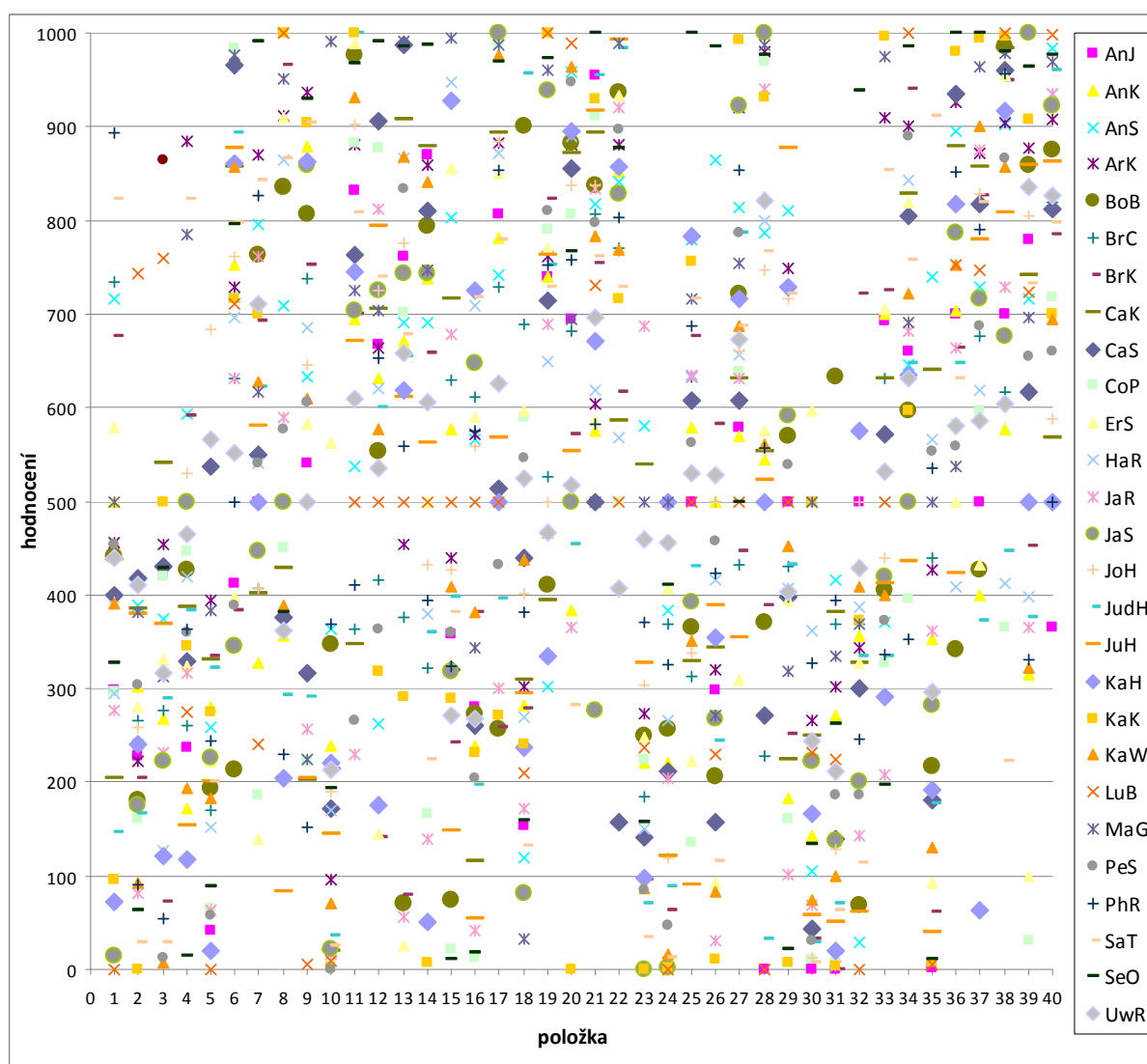


Obr. 34: Graf průměrů a intervalů spolehlivosti (a - f představují skupiny dle Obr. 33)

Nakonec jsme provedli test shody mezi posluchači. Pro statistické vyhodnocení míry shody se typicky používá Cohenův koeficient kappa κ . V percepčním testu se jednalo o kontinuum 0 - 1000 bodů, proto jsme pro účely tohoto testu vytvořili 11 skupin (hodnocení zaokrouhlené na 0, 100, 200 až 1000), do kterých jsme zahrnuli jednotlivá hodnocení. Tento koeficient vyšel pro 11 kategorií 0.047, jednalo se tedy o slabou shodu mezi posluchači. U

tohoto koeficientu platí, že čím více stanovíme kategorií, tím nižší kappa bude vycházet. Když jsme hodnocení roztrídili do pouze 5 kategorií (hodnocení 0 - 200, 300 - 400, 500 - 600, 700 - 800, 900 - 1000), vyšel koeficient shody vyšší 0,125, avšak i tento výsledek je stále v rámci rozmezí 0 - 0,20 považovaného za slabou shodu.

Na následujícím obrázku (Obr. 35) je zobrazeno využití škály hodnocení pro jednotlivé položky. Respondenti využívali celou škálu, a i když se v datech vyskytovala některá extrémní hodnocení v rámci jedné položky, nejednalo se vždy o stejného posluchače, kterého bychom mohli z tohoto důvodu vyřadit.



Obr. 35: Využití škály hodnocení u jednotlivých položek

7.3 Shrnutí

V našem percepčním testu se ukázalo, že hranice hodnot spektrálního těžiště, pod kterou není realizace Ich-Lautu považována za standardní německou výslovnost, se nachází někde kolem hodnoty 3000 Hz. Ideální pásmo, ve kterém byly položky v testu hodnoceny jako nejpřijatelnější, se nachází přibližně mezi 3000 - 4000 Hz. Z hlediska percepce byly tedy pro rodilé mluvčí němčiny nejpřijatelnější realizace Ich-Lautu s ST právě v tomto pásmu, což koresponduje s výsledkem akustické analýzy frikativy v Harringtonově práci, kde bylo zjištěno, že energie Ich-Lautu je soustředěna okolo 3000 - 4000 Hz (Harrington, 2010). Přijatelné jsou však i Ich-Lauty s vyšším ST (až 5580 Hz).

Korelace hodnot spektrálního těžiště s hodnocením posluchačů se projevila jen velmi slabě (na hranici významnosti pouze u 6 z 27 respondentů), avšak když jsme proti sobě postavili dvě skupiny - ST pod 3000 Hz a ST nad 3000 Hz, byl rozdíl v hodnocení velmi významný. Jako problematické se ukázalo být hodnocení na škále 0 (cizí) - 1000 (německý), které jsme později při testování shody posluchačů museli zaokrouhlovat a řadit do uměle vytvořených kategorií. Shoda mezi posluchači se projevila také jako velmi slabá, avšak tento výsledek je z výše uvedených důvodů nutno považovat pouze za orientační.

Výsledky tohoto testu se podobají výsledkům předchozího poslechového testu, kde byly položky 1. a 2. kategorie (ST kolem 4900 a 3500 Hz) považovány za přijatelné a položky 3. kategorie (ST kolem 2586 Hz) za nepřijatelné a rozdíl mezi 1. a 2. kategorií na jedné straně a 3. kategorií na straně druhé se projevil jako statisticky velmi významný.

8 ZÁVĚR

V této práci byly popsány vybrané spektrální a temporální vlastnosti německých frikativ [x] a [ç] a české frikativy [x]. Tyto hlásky byly zkoumány v kontextech srovnatelných v obou jazycích, tedy po vokálech [ɪ, i:, ε, a, a:, ɔ, u, u:], u německých a českých rozhlasových a televizních moderátorů a dále českých studentů němčiny.

V našem materiálu jsme potvrdili odlišnost pozičních variant fonému /x/ v němčině - Ich-Lautu a Ach-Lautu. Navíc jsme zřetelně odlišili Ach-Laut po [a] od všech ostatních variant Ach-Lautu. Dále jsme podpořili Hálovu myšlenku o „drsnějším“ německém [x] nalezením podobné teze v Harringtonově práci, kde autor tvrdí, že [x] po středních nebo zadních nevysokých vokálech se realizuje jako uvulární frikativa. Toto tvrzení jsme podložili výsledky v hodnotách ST Ach-Lautu po [a] a částečně i po [ɔ] na materiálu německých moderátorů.

Pro češtinu byla v našem materiálu především na základě spektrálního těžiště potvrzena odlišnost koartikulačních variant velární frikativy [x] v sekvenci [ɪx] od [x] po středních a zadních vokálech [a, a:, ɔ, u]. Na základě zjištěných výsledků ST můžeme soudit, že koartikulační vliv vokálu na následující frikativu je určován především umístěním vokálu na ose přední - střední - zadní, podobně jako se odlišují koartikulační varianty /x/ i v němčině. Čím více je vokál zadní, tím více vzadu se při artikulaci frikativy zadní část hřbetu jazyka. Čím více je vokál zadní, tím více vzadu je realizována samotná frikativa.

Při srovnávání německých frikativ a české frikativy na základě spektrálních momentů bylo zjištěno, že česká frikativa [x] má mnohem nižší hodnoty ST než obě německé poziční varianty fonému /x/ - Ich-Laut a Ach-Laut, z čehož vyvozujeme závěr, že se obě německé varianty vyslovují jinak než koartikulační varianty v češtině ve srovnatelných hláskových okolích.

S ohledem na temporální charakteristiku daných frikativ jsme podpořili předpoklad o temporální kompenzaci mezi vokálem a frikativou po něm následující, a to v 11 ze 13

kontextech v německém materiálu a v 11 ze 14 vztazích zkoumaných v českém materiálu. Uváděné výsledky je nutno považovat za orientační, protože nebyly brány v úvahu segmentální ani suprasegmentální kontexty ani artikulační tempo.

Pomocí percepčního testu, který představuje novou variantu testu prováděného v naší předchozí práci na toto téma (Sedláčková, 2008), jsme ověřili přijatelnost různých variant německé frikativy [ç] v mluvě českých studentů němčiny. Tento test byl sestaven tak, abychom se pokusili nalézt přibližný rozsah hodnot ST, mimo který němečtí rodilí mluvčí nebudou ochotni danou realizaci považovat za standardní německý Ich-Laut. Ukázalo se, že dolní hranice přijatelnosti Ich-Lautu se nachází někde kolem hodnoty 3000 Hz. Většina položek s ST pod touto hranicí byla hodnocena jako cizí výslovnost. Ideální pásmo, ve kterém byly položky v testu hodnoceny jako nejpřijatelnější, se pak nacházelo přibližně mezi 3000 - 4000 Hz. Z hlediska percepce byly tedy pro rodilé mluvčí němčiny nejpřijatelnější realizace Ich-Lautu s ST právě v tomto pásmu, což koresponduje s výsledkem akustické analýzy frikativy v Harringtonově práci, kde bylo zjištěno, že energie Ich-Lautu je soustředěna okolo 3000 - 4000 Hz (Harrington, 2010). Přijatelné však byly i Ich-Lauty s vyšším ST (až 5580 Hz). Výsledky tohoto testu se podobají výsledkům předchozího poslechového testu, kde byly položky 1. a 2. kategorie (ST kolem 4900 a 3500 Hz) považovány za přijatelné a položky 3. kategorie (ST kolem 2600 Hz) za nepřijatelné.

Většina negativně hodnocených položek se nacházela v kontextu [çʰʦ] („sich zur“) a naopak položky v druhém nejčastějším kontextu [çʰt] („ich trage“) byly hodnoceny spíše pozitivně. Je otázkou, zda toto hodnocení nějak souvisí s větší či menší mírou obtížnosti výslovnosti Ich-Lautu v určitém kontextu. Realizace českých studentů byly zkoumány pouze ve třech hláskových okolích, [çʰʦ], [çʰt] a [çʰg], a proto bychom pro případný další výzkum v této oblasti navrhovali prozkoumat také ostatní pro Ich-Laut běžná hlásková okolí a zjistit, ve kterých je výslovnost této německé hlásky pro české mluvčí nejobtížnější (a tedy hodnocena jako nejhorší) a na ně se při výuce fonetiky němčiny zaměřit.

9 SEZNAM LITERATURY

Alvin, verze 1.27

Ambrazaitis, G. and John, T. (2004). On the allophonic behaviour of German /x/ vs /k/ - an EPG investigation. *Arbeitsberichte des Instituts für Phonetik und digitale Sprachverarbeitung der Universität Kiel*, 34, 1-14.

Boersma, P., Weenink, D. (2008). Praat: Doing Phonetics by Computer. (Version. 5.0.08).

Hála, B. (1975). Fonetika v teorii a praxi. Praha: SPN.

Harrington, J. (in print) Acoustic Phonetics. The Handbook of Phonetic Sciences. Blackwell. Staženo dne 1.3.2008 z www.phonetik.uni-muenchen.de/~jmh/research/papers/acoustics.pdf.

Harrington, J. (in preparation). The Phonetic Analysis of Speech Corpora. Blackwell. Staženo dne 16.1.2010 z <http://www.phonetik.uni-muenchen.de/~jmh/research/pasc010808/pasc.pdf>

Machač, P. (2006). Temporální a spektrální struktura českých explozív. Disertační práce. Praha: FF UK.

Machač P. & Skarnitzl R. (2009): Principles of Phonetic Segmentation. Praha: Nakladatelství Epocha.

Munson, B. (2001). A method for studying variability in fricatives using dynamic measures of spectral mean. *Journal of the Acoustical Society of America*, 110, s. 1203-1206.

Palková, Z. (1997). Fonetika a fonologie češtiny. Praha: Karolinum.

Petr J. a kol. (1986). Mluvnice češtiny (1). Praha: Academia.

Sedláčková, P. (2008). Srovnání některých spektrálních vlastností u německých frikativ [ç] a [x] a české frikativy [x] po [i: a a:] a jejich odezva v percepci. Písemná práce I. cyklus.

Wiese, R. (1996). The Phonology of German. Clarendon Press: Oxford.

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/74/Ipa-chart-all-1000px.png>. Staženo dne 16.1.2010.

10 PŘÍLOHY

Příloha č. 1 - Přehled vyřazených německých i českých zvukových dokladů u moderátorů

Mluvčí	Hláška	Hláskové okolí	Slovo	Kontext	Kód nahr.
BT	x	uxs	výbuch	podle které výbuch svědčí	BT1
KS	x	oxđ	jedoch	warnt jedoch davor	KS1
KS	ç	ɪçt	voraussichtlich	voraussichtlich am fünfzehnten Januar	KS3
KS	ç	ɪçm	sechzig	achtzehn sechzig München Padderborn	KS4
MB	x	u:xʃ	Schwarzbuch	Schwarzbuch vorgelegt	MB3
SS1	x	axm	nach	Prozess nach Mord	SS1
SS1	x	oxŋ	erstochen	im Juli erstochen zu haben	SS2
TS2	x	axt	Fracht-	russisches Frachtraumschiff Progress	TS2
Celkem					8

Příloha č. 2 - Přehled vyřazených českých zvukových dokladů u studentů

Mluvčí	Hláška	Hláskové okolí	Slovo	Kontext	Kód nahr.
DuO	x	i:xm	jejích	jejích mostů	DuO
HIR	x	α:x	hlavách	na hlavách Prahy	HIR
KuA	x	i:xm	jejích	jejích mostů	KuA
MaT	x	i:xm	jejích	jejích mostů	MaT
MaT	x	α:x	hlavách	na hlavách Prahy	MaT
ŽíD	x	i:xm	jejích	jejích mostů	ŽíD
Celkem					6

Příloha č. 3 - CD

